

Überblick über Technik und Komplikationen der Aortographie

von

GABRIELE CONINX

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik Erlangen

Direktor: Prof.Dr.med.G.Hegemann

Überblick über
Technik und Komplikationen der Aortographie

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen

Vorgelegt von
Gabriele Coninx
aus Berlin.



Dekan: Professor Dr. C. Korth

Referent: Professor Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.1956

Inhaltsverzeichnis.

=====

	Seite:
I. Einleitung: Geschichtlicher Überblick	4
II. Methodik: A) Angewandte Verfahren	7
B) Kontrastmittel	11
C) Technik	16
III. Die Komplikationen bei den aortographischen Untersuchungen	26
IV. Zusammenfassung der Komplikationsmöglichkeiten und ihre Vermeidung (Vorsichtsmaßregeln)	53
V. Die Aortographie in der Schwangerschaft (Placentographie)	57
VI. Indikationen und Kontraindikationen	58
VII. Statistische Bemerkungen	63
VIII. Zusammenfassung	64
IX. Tabellen	68
X. Literaturverzeichnis	74

I. Einleitung.

=====

Geschichtlicher Überblick.

Schon im Jahre 1896 - kurz nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen - kamen D e s t o t und B e r a r d auf den Gedanken, die verschiedensten Abschnitte des Gefäßsystems durch Injektion eines röntgenologisch kontrastgebenden Mittels sichtbar zu machen. Auch H a s c h e k und L i n d e n - t h a l begannen bereits in dieser Zeit mit ihren Versuchen: Sie injizierten die peripheren Gefäße am amputierten Arm; jedoch war das Kontrastmittel viel zu toxisch, als daß es in der Klinik hätte Verwendung finden können. Erst 1932 wurden von S i c a r d und F o r e s t a r Gefäße am Lebenden injiziert. Im Jahre 1918 entdeckte C a m e r o n , daß das Jodmolekül für Röntgenstrahlen undurchlässig ist. Gleichzeitig entdeckte R o w n t r e e die Fähigkeit des Nierenparenchyms, Jodsalze selektiv auszuschcheiden und zu konzentrieren. Dadurch wurde ein völlig neues Gebiet diagnostischer Möglichkeiten erschlossen.

Als erster gebrauchte 1924 B r o o k s hohe Konzentrationen von Jodnatrium, um mit diesem durch Injektion die Arterien der Beine röntgenologisch darzustellen.

Direkte Arterienpunktion am Orte der Wahl.

Ein Jahr später - 1925 - begann D o s S a n t o s , der Vater der Aortographie, mit seinen Studien über die Arteriographie und Aortographie. 1929 konnte er bereits 300 Fälle von arteriographischen Untersuchungen vorstellen, von denen er glaubte, daß sie den Wert der von ihm angegebenen Methode beweisen würden; er hatte bis zu diesem Zeitpunkt keinen einzigen Zwischenfall erlebt. In seiner ersten Veröffentlichung (Méd. Contemp. vom 6.1.1928) warf D o s S a n t o s das Problem der Arteriographie der visceralen Gefäße mit folgenden Worten auf: "Da wir einerseits aus den Erfahrungen in der Lumbalanaesthesie wissen, wie leicht die Gegend der Aorta und der Hohlvene erreicht werden kann, und da uns andererseits bekannt ist, daß die zufällige Punktion dieser Gefäße ohne Folgen blieb, haben

wir die Punktion der Aorta zum Zwecke der Kontrastmittelinjektion und röntgenologischen Darstellung bewußt ins Auge gefaßt". - Weitere Arbeiten des Autors erschienen 1931; er gibt für die aortographische Untersuchung eine Technik an, die bis auf geringe Abänderungen und Verbesserungen heute noch an den meisten Kliniken geübt wird.

An Hand von 100 Fällen bestätigte 1933 O s a r i o den Wert und die Gefahrlosigkeit der von D o s S a n t o s angegebenen Methode. Aber obwohl sich D o s S a n t o s und seine Mitarbeiter L l a m a s und C a l d a s weiterhin bemühten, diese neue Untersuchungsmethode zu verbreiten, kamen die Arbeiten in den folgenden Jahren etwas zum Stocken, was wohl hauptsächlich an den ungünstigen Berichten von H e n - l i n e und M o o r e lag. Diese Autoren erzielten 1936 bei ihren Tierexperimenten zur Prüfung der Methode von D o s S a n t o s sehr schlechte Ergebnisse: Sie erlebten bei der perkutanen Aortenpunktion an 19 Hunden mit fünf verschiedenen Kontrastmitteln 5 Todesfälle infolge traumatischer Haemorrhagien und 3 weitere durch Mesenterialthrombose als Folge der toxischen Wirkung der injizierten Substanz. Obwohl wiederholt von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen wurde, daß diese Tierversuche nicht zu einem Vergleich mit dem Menschen berechtigten, abgesehen davon, daß die 6-fache Kontrastmittelmenge der bei den klinischen Untersuchungen üblichen verwandt worden war, verzögerte doch dieser Bericht die Übernahme der Methode in weiteren Kreisen.

1937 injizierten P e r e i r a s und C a s t e l l a - n o s irrtümlicherweise Kontrastmittel in die A. femoralis anstatt in die V. femoralis; sie erhielten eine sehr gute Darstellung des visceralen arteriellen Gefäßstammes mit Füllung der Aa. iliacae externae, Aa. iliacae communes, der Aorta abdominalis und Teile der Aorta thoracalis. Auf Grund dieser Tatsache entwickelten die Autoren eine neue Technik, die "retrograde Aortographie". Sie injizierten das Kontrastmittel mit hohem Druck dem Blutstrom entgegen - retrograd - in die A. brachialis und erhielten so eine Darstellung des Aortenbogens mit seinen Ästen.

Die gezielte Aortographie.

Bis 1941 erschienen keine neuen Arbeiten über die Aortographie, dann veröffentlichte F a r i n a s eine neue, von ihm entwickelte Methode, die erlaubt, das Gefäßsystem eines bestimmten Organes, bzw. einen bestimmten Gefäßabschnitt gezielt und kontrastreich darzustellen, wobei die benötigten Kontrastmittelmengen gering sind: Die Katheterisierung der A.femoralis.

F a r i n a s legte die A. femoralis in der Leistenbeuge frei, dann führte er einen Trokart in das Gefäß ein und durch diesen einen Katheter, den er bis in die Aorta abdominalis vorschob.

Die mit dieser Technik erhaltenen Röntgenbilder waren ausgezeichnet und mußten für die Methode sprechen.

Diese sogenannte gezielte Aortographie durch Einführen eines Katheters in die Aorta wurde in den folgenden Jahren von einer ganzen Reihe von Autoren geübt und weiter ausgebaut, insbesondere von R a d n e r , der den Katheter in die A. radialis einführte. Doch wird die Technik gerade dieser Methode sehr verschieden gehandhabt. (Hierüber wird noch an anderer Stelle der Arbeit berichtet.)

Erst in den letzten Jahren, etwa seit 1948, wurde die Aortographie als diagnostisches Hilfsmittel weniger zurückhaltend und ablehnend betrachtet, sie begann in weiten Kreisen populär zu werden. Es erschienen, vor allem im ausländischen Schrifttum eine ganze Anzahl von Erfahrungsberichten, die sich nicht nur mit der technischen Durchführung, sondern auch mit den diagnostischen Möglichkeiten der Aortographie, einer genauen Indikationsstellung und der Interpretation der Aortogramme auseinandersetzen. In Deutschland waren es in erster Linie G a d e m a n n und S c h r a d e r , R a t s c h o w , P ä s s l e r , L o o s e und G e s e n i u s , die sich mit der Aortographie befaßten.

II. Methodik. =====

A) Angewandte Verfahren.

1. Die thorakale Aortographie.

a) Die persternale Aortographie nach N u v o l i : Bereits 1936 punktierte N u v o l i die Aorta ascendens direkt durch das Sternum hindurch. Über die Erfolge dieser Methode ist leider nicht viel bekannt geworden.

b) Die parasternale Aortographie: D e l C a m p o und H o y o s punktierten direkt die Aorta thoracalis, indem sie in den 2. Intercostalraum links vom Sternum einen 15 cm langen Trokart einführten. In 8 Fällen wurden auf diese Weise 30 ccm 70%iges Diodrast injiziert. Die Verfasser erlebten keine Zwischenfälle und erhielten gute Darstellungen der thorakalen Aorta und auch einzelner Coronarien.

c) Thorakale Aortographie direkt vom Jugulum aus nach W i c k b o m : Verfasser geht mit einer 13 cm langen Nadel oberhalb der rechten Clavicula neben der Carotis communis ein und führt die Nadel entlang dieser und der A. anonyma nach links unten direkt in die Aorta. Zur Röntgenkontrastdarstellung injiziert er etwa 30 ccm 70%iges Diodone. W i c k b o m erlebte unter 8 Fällen zweimal ein schweres Hämatom im rechten oberen Mediastinum und einen tödlichen Zwischenfall, weswegen diese Methode kaum in weiten Kreisen Anklang finden dürfte. Allerdings hatte A u r i g , der der Methode von W i c k b o m folgt, bisher keinen einzigen Zwischenfall bei strengster Indikationsstellung.

K u n l i n und Mitarbeiter wählten bei 2 Patienten folgende Route: Sie punktierten direkt den Aortenbogen, wobei sie die Nadel zwischen den unteren Fasern des linken M. sternocleidomastoideus einführten. Die Injektion wurde mit 30 ccm 70%igem Diodone gemacht bei einem Druck von 2,75 atü. Die Röntgenbilder waren bei dieser Methode wesentlich kontrastreicher als bei der Angiocardiographie oder der Herzkatheterisierung.

d) Die retrograde thorakale Aortographie, wie sie von P e r e i r a s und C a s t e l l a n o s angegeben wurde, besteht darin, daß man einen gebogenen Trokart perkutan, oder besser nach Freilegung des betreffenden Gefäßes, in eine größere Arterie einführt und das Kontrastmittel unter starkem Druck gegen den Blutstrom aortenwärts injiziert. Gewöhnlich wird die linke A. carotis communis oder die linke A. brachialis für die Einführung des Trokarts gewählt. Es werden je nach Lebensalter 15 bis 50 ccm 35 bis 70%iges Diodrast in einer Zeit von maximal 2 Sekunden injiziert.

P i e r r e - M a r i o n und P a p i l l o n führten hingegen einen Trokart in die freigelegte A. carotis externa, statt in die A. carotis communis ein und schieben ihn dann zur Kontrastmittelinjektion bis zur Aorta vor. Diese Methode hat mehrere Vorteile: Das Kontrastmittel wird direkt in die Aorta injiziert, zum anderen entsteht keine Störung in der Zirkulation der Carotis communis, und schließlich kann die Carotis externa nach dem Eingriff ohne weiteres ligiert werden, während bei obiger Methode die Carotis communis suturiert werden muß.

e) Die gezielte (retrograde) Aortographie der thorakalen Aorta mit Hilfe eines Katheters wird von mehreren Autoren angegeben (D e t e r l i n g, M u l l e r, S l o a n, H e l m s w o r t h u.a.). Ein gewöhnlicher Ureterkatheter, ein Courmandkatheter oder am besten ein Polyäthylenkatheter, der wegen seiner geringen Wandstärke von Vorteil ist, wird durch eine größere Armarterie in die Aorta thoracalis vorgeschoben. R a d n e r, sowie M u l l e r und S l o a n führen den Katheter in die A. radialis ein. H e l m s w o r t h und Mitarbeiter nehmen mit gleich guten Erfolgen die A. brachialis oder die A. ulnaris collateralis. D e t e r l i n g schiebt den Katheter durch die Carotis communis oder die A. ulnaris in die Aorta vor. D r e w e s verwendet zum Einführen des Katheters ausschließlich die A. brachialis, da bei Kindern, die sein Hauptkrankengut darstellen, die A. radialis oder die A. ulnaris nicht weit genug ist.

Die verschiedenen Methoden der thorakalen Aortographie, ganz besonders die direkten Methoden, sind mit wesentlich mehr Gefahren verbunden, allein schon durch die anatomische Situation. Deswegen vertreten viele Autoren die Meinung, zur Darstellung des Aortenbogens und der Aorta ascendens sei lediglich die Angiocardiographie zu verantworten.

2. Die peroesophageale Aortographie nach E u l e r .

Diese Methode gibt die Möglichkeit, die Aorta auf endoskopischem Wege durch die Oesophaguswand hindurch zu punktieren. Im Evipanschlaf und nach weiterer Anaesthesierung des Schlundes mit 2%iger Pantocainlösung wird ein Oesophagoskop 30 cm tief ab Zahnreihe in den Oesophagus eingeführt. Nach Desinfektion der Punktionsstelle mit Trypaflavinlösung wird die Nadel durch die Wand der Speiseröhre hindurch nach links hinten seitlich in die Aorta eingestochen. Die Injektion von 40 bis 60 ccm Kontrastmittel erfolgt mit einem Druckapparat und einem Druck von 2,5 atü. Der Verfasser berichtet von 42 Aortographien, die auf diese Weise komplikationslos durchgeführt wurden. Jedoch hat sich die Methode bisher nicht weiter eingeführt, obwohl einige Vorteile offensichtlich sind. Von Nachteil ist allerdings, daß unkontrollierbare Blutungen nicht mit Sicherheit zu vermeiden sind; außerdem widerspricht das Verfahren nach Meinung von D r e w e s und anderen den Grundsätzen der Asepsis.

3. Die abdominale Aortographie.

a) Die direkte (perkutane) abdominale Aortographie nach D o s S a n t o s : 1931 gibt der Inaugurator folgende, im wesentlichen heute noch gültige Technik an:

Wenn möglich, bekommt der Patient eine Lumbalanaesthesie, die auf dem Röntgentisch durchgeführt wird. Dann werden an beiden Oberschenkeln Staubinden angelegt und der Patient in die gewünschte Lage gebracht. Punktion der Aorta in Höhe des 12. Brustwirbels oder des 2. Lendenwirbels, jeweils etwa 4 Querfinger links der Dornfortsätze. Zur Punktion wird eine 12 bis 14 cm lange Kanüle mit Mandrin verwandt, deren äußerer Durchmesser 1.2 mm beträgt. Die

Nadel wird möglichst weit nach vorn auf den 12.Brustwirbelkörper zu gerichtet, wenn sie diesen berührt, wird sie wieder etwas zurückgezogen und dann tangential am Wirbelkörper vorbei in die Tiefe geführt. Nach etwa 12 cm trifft man gewöhnlich auf die Aorta. - D o s S a n t o s injizierte das Kontrastmittel mittels eines von ihm selbst entwickelten Apparates mit einem Druck von 1.5 atü. Er nahm zu der Zeit 20 bis 25 ccm chemisch reine 100%ige Jodnatriumlösung.

Die direkte abdominale Aortographie ist die am weitest verbreitete aortographische Methode, auf sie soll unten noch ausführlich eingegangen werden.

b) Die retrograde abdominale Aortographie entspricht völlig der oben angegebenen retrograden thorakalen. Zur Darstellung der Bauchaorta wird üblicherweise ein Trokart in die freigelegte A.femoralis eingebracht und das Gefäß hinterher suturiert.

c) Die gezielte (retrograde) abdominale Aortographie mit Hilfe eines Katheters unterscheidet sich ebenfalls nur in der Wahl des Gefäßes von der thorakalen Methode. K u n l i n nimmt die A.femoralis superficialis zur Katheterisierung, G o o d w i n die A.femoralis profunda. In beiden Fällen wird das Gefäß vorher freigelegt, quer incidiert und nach der Untersuchung durch Naht verschlossen. Converse P e i r c e und L i n d g r e n führen die perkutane Katheterisierung durch, indem sie mit einem Trokart perkutan in die A.femoralis eingehen und durch diesen den Katheter in die Aorta bis zur gewünschten Höhe vorschieben.

Kommentar: Die Kathetermethoden bieten gewisse Vorteile im Vergleich mit der direkten perkutanen Technik. Die Kontrastmittelinjektion kann an jeder beliebigen Stelle erfolgen, je nachdem wie weit der Katheter vorgeschoben wird; dadurch ist eine exakte Lokalisation des Kontrastmittels möglich. Aus diesem Grund und durch die Verlangsamung des Blutstromes während der Infektion, die dem Blutstrom entgegen gerichtet ist, ist weniger Kontrastmittel erforderlich als bei der direkten Technik. Also

1.) Gute segmentale Füllung der Aorta;

- 2.) Verwendung relativ geringer Kontrastmittelmengen;
- 3.) der Patient kann zu Aufnahmezwecken jederzeit in eine andere gewünschte Lage gebracht werden;
- 4.) die Gefahr der extravasalen Injektion ist ausgeschaltet.

Andererseits sind mit der Kathetermethode auch erhebliche Nachteile verbunden. Man setzt den Patienten immer einer zusätzlichen Endothelreizung durch den Katheter neben der sowie so bei allen Methoden vorhandenen durch das Kontrastmittel aus. So ist aus diesem Grunde die Aortographie mittels eines Katheters bei allen obliterierenden Gefäßerkrankungen - an sich eine der häufigsten Indikationen - völlig kontraindiziert. Van der S t r i c h t gibt als häufigste Komplikation der Kathetermethoden die Thrombose der betreffenden Arterie an ! Auch der praktische Nachteil dieser retrograden Methoden ließ sie nicht populär werden: Sie erfordern Freilegung und Öffnung einer größeren peripheren Arterie; reflektorische Gefäßspasmen, reduzierter Blutzufuß zu den betreffenden Extremitäten, zusätzlich zu bereits vorhandenen Gefäßwandveränderungen, können fatale Folgen haben. Nicht zuletzt ist zu beachten, daß ein atheromatöser Plaque der Aorta leichter durch einen Katheter dislociert werden kann als durch die Nadel bei der direkten Punktion. Man wird also zu dem Ergebnis kommen, daß die Vorteile der Kathetermethoden ihre Nachteile bei weitem nicht aufwiegen. Hingegen ist die direkte (abdominale) Aortenpunktion bei genügender Erfahrung einfacher und schneller durchzuführen, weniger belastend für den Patienten, einfacher im Instrumentarium - und somit eher geeignet eine Routineuntersuchung zu werden -, abgesehen davon, daß sie weniger Komplikationen verursacht, wie unten aus der Übersicht der Zwischenfälle ersichtlich wird. Ist die direkte Methode unbefriedigend, oder nicht durchführbar, wie zum Beispiel bei Kindern, so kann immer noch zu der retrograden Aortographie gegriffen werden. (Daß die Verhältnisse bei der thorakalen Aortographie andere sind, wurde bereits ausgeführt.)

B) Kontrastmittel.

Vor Beschreibung technischer Einzelheiten der direkten abdominalen Aortographie soll auf die verschiedenen früher

und heute gebräuchlichen Kontrastmittel eingegangen werden (siehe auch Tabelle Nr.I). Jodnatrium und Thorotrast werden heute nicht mehr angewandt, ersteres wegen toxischer Nebenreaktionen, letzteres wegen Spätfolgen durch seine radioaktiven Eigenschaften. Heute finden die von der intravenösen Urographie her bekannten, neuerdings trijodierten Röntgenkontrastmittel in höheren Konzentrationen Verwendung. Die durch diese Kontrastmittel bedingte Verminderung röntgenologischer Einzelheiten wird durch die größere Sicherheit aufgewogen. Daß auch diese Kontrastmittel noch nicht völlig zufriedenstellend sind, wird nicht bestritten, denn abgesehen von der nicht idealen Schattengebung, sind immer noch eine ganze Reihe von Komplikationen durch die toxische Wirkung der Kontrastmittel bedingt.

Thorotrast: Thorium sendet α -, β - und γ -Strahlen aus.

Für den Biologen ist diese α -Strahlung von Wichtigkeit. In 25 ccm Thorotrast entspricht die α -Strahlung derjenigen von 0,5 bis 1,0 mg Radium (B u d i n). Nach der Injektion von Thorotrast in den Blutstrom flockt die kolloidale Lösung rasch aus und wird innerhalb von 5 Minuten von den Zellen des reticuloendothelialen Systems gespeichert. Nach kurzer Zeit findet sich $2/3$ der verabreichten Substanz in der Leber (dieser Umstand ließ das Thorotrast als ein Mittel, die Leber und Milz röntgenologisch darzustellen, weite Verbreitung finden). Eine Prüfung der γ -Strahlen mit dem Geiger-Gerät zeigte, daß soviel wie 85% der Radioaktivität der ursprünglich injizierten Substanz noch 4 Jahre später in der Leber vorhanden war (D e t e r l i n g). Das Fehlen jeglicher nachteiliger Reaktionen wie Gefäßspasmen, allergische Reaktionen und die große Homogenität ließ das Thorotrast häufig Gebrauch bei Kontrastdarstellungen finden. Doch schon bald nach seiner Einführung im Jahre 1930 wurde von vielen Seiten von seiner möglichen cancerogenen Wirkung gewarnt. Es ist nicht leicht nachzuweisen, daß maligne Schädigungen durch Strahlungen gespeicherten Thorotrast verursacht wurden. B u d i n und G e r s h o n veröffentlichten 2 Fälle, die diese Tatsache jedoch einwandfrei aufzeigen. Außerdem wurden mehrere Fälle von primären Lebertumoren bekannt, bei denen beiden eine Hepa-

tosplenographie mit Thorotrast vorausgegangen war. Daß bisher, trotz verbreiteter Anwendung, nicht mehr solcher Fälle bekannt wurden, liegt an der langen Latenzzeit von 10 bis 30 Jahren bis zum Manifestwerden maligner Schädigungen. Wenn das Thorotrast auch heute noch hin und wieder verwandt wird, muß doch grundsätzlich davor gewarnt werden. Es sollte überhaupt aus der Reihe der zur Gefäßdarstellung verwandten Kontrastmittel gestrichen werden.

Jodnatrium: Schon 1924 von B r o o k s in wässriger Lösung als Kontrastmittel eingeführt, fand Jodnatrium wegen seiner ausgezeichneten Schattengebung weite Verbreitung. Erst in den letzten Jahren wurde es zugunsten der wasserlöslichen organischen Jodide aufgegeben, nachdem bei seiner Anwendung eine Häufung von Komplikationen auftrat.

So beschuldigt P ä s s l e r das 80 bis 100%ige Jodnatrium die vereinzelt beschriebenen Fälle von Arterienthrombosen verursacht zu haben, was wir bei unserer Literaturdurchsicht bestätigen können.

Auf die toxische Wirkung des Jodnatrium wies auch D o s S a n t o s 1937 hin: Er gab bei 500 Aortographien 4 Todesfälle infolge der Toxizität des Jodnatrium im Zusammenfall mit Leberschäden an.

Nach D e t e r l i n g kann die Extravasation von Jodnatrium ernste und langwierige chemische Neuritiden der Nn. lumbales zur Folge haben.

In größeren Mengen verabreicht, ruft Jodnatrium gelegentlich das klinische Bild des Jodismus hervor, seltener bei der Aortographie als bei der Extremitätenarteriographie, was auf die schnellere Verdünnung des Kontrastmittels durch den Blutstrom in der Aorto zurückgeführt werden kann.

Neo-Iopax: Dieses Kontrastmittel wurde in den vergangenen Jahren, vor allem in den USA häufig zur Aortographie verwandt. Es zeichnet sich durch geringe Allgemeinreaktionen bei ausreichender Schattendichte aus. M a l u f und M c C o y berichten von 4 Fällen, bei denen versehentlich, aber ohne irgendwelche Folgen, die gesamte Injektionsmenge von 75%igem Neo-Iopax in die A.mesenterica cranialis injiziert wurde. Gleiches erlebten

auch S m i t h et al. Auch intramurale Injektionen von 75%igem Neo-Iopax blieben ohne Folgen.

Neo-Iopax hat jetzt allerdings wieder, genau wie die anderen diiodierten organischen Kontrastmittel, zugunsten der trijodierten Kontrastmittel an Bedeutung verloren.

Joduron: Bis zu dem Aufkommen der trijodierten Benzoessäure-derivate war das Joduron ein besonders in Deutschland sehr gebräuchliches Kontrastmittel. Über nachteilige Nebenwirkungen oder Komplikationen durch das Mittel selbst ist in der Literatur nichts bekannt geworden. Es gibt bei ausgezeichnete Verträglichkeit und rascher Ausscheidung einen völlig befriedigenden Kontrasteffekt (J a n k e r). Die bessere Toleranz des Joduron im Vergleich zu anderen Kontrastmitteln begründet C o t r i m mit dessen niedrigem osmotischen Druck.

Wir verwandten an der Erlanger Klinik in den letzten Jahren fast ausschließlich Joduron, ohne einen durch dieses Kontrastmittel bedingten Zwischenfall zu erleben.

Diodrast entspricht chemisch völlig dem Joduron; es kam insbesondere in den angelsächsischen Ländern viel zur Anwendung. Diodrast ist weniger schattengebend als das Neo-Iopax, wie durch M a l u f gezeigt wurde, der am gleichen Patienten bei gleicher Nadellage und Injektionsgeschwindigkeit 2 Injektionen ausführte, eine mit Diodrast und eine mit Neo-Iopax. Über nachteilige vasomotorische Reaktionen ist nichts bekannt, jedoch über Überempfindlichkeitsreaktionen.

M i l l e r und Mitarbeiter erlebten zweimal schwere Überempfindlichkeitsreaktionen bei Verwendung von 70%igem Diodrast, bei einem Patienten mit Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Urticaria, Blutdruckkrisen, Anstieg des Rest-Stickstoffes und vorübergehender Anurie; bei dem anderen Patienten trat ein schwerer Jodismus bei normaler Nierenfunktion auf. In beiden Fällen kam es zur völligen Wiederherstellung.

Daß über das Joduron keine ähnlichen ungünstigen Berichte vorliegen, mag an der im Vergleich zu Diodrast kleineren Zahl von Kontrastmitteluntersuchungen liegen.

Per-Abrodil war bis etwa 1955 ein in Deutschland ebenfalls häufig verwandtes Kontrastmittel. Es entfaltet im Gewebe auf Grund seines hohen osmotischen Druckes eine deutliche Reizwirkung, weswegen Extravasate äußerst schmerzhaft sind. Von einigen Autoren wird sogar behauptet, daß das Mittel auch bei korrekter Injektionstechnik lokal einen akuten heftigen Grfäßschmerz auslöst. P ä s s l e r ist hingegen der Meinung, daß es sich bei diesem Schmerz um einen Dehnungsschmerz handelt, der auftritt, wenn eine zu große Menge Kontrastmittel unter Druck in ein zu kleines Gefäßgebiet injiziert wird. Auf Grund unserer eigenen Erfahrungen mit dem Per-Abrodil möchten wir uns dieser Meinung anschließen. Unbestritten ist die gute Allgemeinverträglichkeit und geringe schädigende Wirkung. So kommt ebenfalls von P ä s s l e r der Bericht über je eine versehentliche Injektion von 30 ccm 80%igem Per-Abrodil in die A. renalis und die A. mesenterica cranialis, die beide ohne Folgen blieben.

Urokon zeigt die beste Schattengebung und geringste Gewebsreaktion unter den wasserlöslichen organischen Jodiden. Seine radiographische Dichte pro Volumen ähnelt am meisten der des Jodnatriums. Auch die cardiovasculären Reaktionen sind unbedeutend, wie M a l u f durch vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen Kontrastmitteln zeigen konnte. Nach der Injektion wird von den Patienten gelegentlich ein leichtes allgemeines Krampfgefühl angegeben, sehr selten trat Übelkeit oder Erbrechen auf (M e l i c k).

Urografin und Triopac sind ähnliche Kontrastmittel mit ebenfalls 3 Jodatomen im Molekül wie das Urokon. Sie zeichnen sich durch besondere Schattendichte aus (wie wir an Hand eigener Röntgenbilder feststellen konnten) und geringe Allgemein- und Gewebsreaktionen. S c h r a d e r erlebte bei Extravasationen mit Urografin so geringe Reaktionen, daß die Paravasate erst auf dem Röntgenbild entdeckt wurden.

Verträglichkeit. Nach Untersuchungen B e m b e n n e k s (zit. nach Euler), der die Verträglichkeit der Kontrastmittel Per-Abrodil M "80" und Uroselektan B an Ratten und Ka-

ninchen prüfte, liegt die Grenze, bei der mit Organschädigungen zu rechnen ist, recht hoch - von den Überempfindlichkeitsreaktionen abgesehen. Beim Kaninchen kam es erst nach Dosen von 50 ccm zu erhöhter Eiweißausscheidung im Urin, sowie zu einer histologisch nachweisbaren Nierenschädigung, die in einer Glomerulonephritis mit leichter trüber Schwellung der Epithelien der Tubuli und Hauptstücke bestand. Auf den Menschen umgerechnet, würde das eine Toleranz von etwa 20 ccm pro Kilogramm Körpergewicht bedeuten! Davon abgesehen, daß von einem Tierversuch nicht ohne weiteres auf gleiches Verhalten beim Menschen geschlossen werden kann, dürften doch die bislang gegebenen 20 bis 80 ccm Kontrastmittel nicht das injizierte Maximum darstellen.

C) Technik.

Vorbereitung. Zunächst wird der Allgemeinzustand des Patienten klinisch geprüft; allgemein gesprochen läßt sich sagen, daß jedem Patienten, der einer Operation unterzogen werden könnte, eine Aortographie zugemutet werden kann. Vorher ist jedoch eine Kontrolle der Nierenfunktion (ein intravenöses Pyelogramm dient gleichzeitig als Jodtest), der Leberfunktion (Serumlabilitätsteste, evtl. Farbstoffausscheidung) und ein Elektrokardiogramm unerläßlich. Manche Autoren empfehlen noch eine Bestimmung der Blutungs- und Gerinnungszeit und des Prothrombins. Auf eine allergische Anamnese ist besonders zu achten.

Der Patient bleibt am Untersuchungstag nüchtern, er wird vorher gut abgeführt. Am Vorabend wird ein Sedativum, etwa 0,1 Luminal verabreicht. Der Patient soll über die Untersuchung aufgeklärt und auf alle etwa auftretenden Sensationen vorbereitet werden.

Anaesthesie. Über die Art der Anaesthesierung gehen die Meinungen weit auseinander. Viele Autoren bevorzugen heute die Lokalanästhesie, schon um über Schmerzreaktionen sofort aufgeklärt werden zu können, zum anderen um den Patienten während der Röntgenaufnahmen zum Atemanhalten auffordern zu können. Die Lokalanästhesie wird in üblicher Weise (Anaes-

thesie der Haut, des Stichkanals und des periaortalen Gewebes) mit 0,5 bis 2%igem Novocain (Procain) vorgenommen.

Selbst die Lokalanästhesie wird von einigen noch unter der Begründung abgelehnt (G a d e r m a n n , S c h r a d e r , L o o s e u.a.), daß in jedem Falle die Nadel noch schmerzhaftes Gewebe durchdringen muß und etwaige Beschwerden durch Extravasation oder Wandinfiltration doch nicht beeinflußt würden.

Nur ein relativ geringer Prozentsatz führt oder führte die Aortographie in Leitungsanästhesie durch. P ä s s l e r bevorzugt die Periduralanästhesie, schon um Operationen gleich anschließen zu können. M a l u f und M c C o y verließen die Lumbalanästhesie wieder: Sie erlebten einen Fall, wo die Anästhesie nur bis zur Segmenthöhe von L 1 reichte, die Punktion aber in Höhe des 12.Brustwirbelkörpers vorgenommen wurde; trotzdem äußerte der Patient keine stärkeren Beschwerden, weswegen draufhin alle folgenden Aortographien in Lokalanästhesie durchgeführt wurden. S m i t h und Mitarbeiter machten gute Erfahrungen mit der Lumbalanästhesie, sie gaben jedoch später der Vollnarkose den Vorzug, weil die Lumbalanästhesie nur sinnvoll ist, wenn sie bis zu einem hohen Segment reicht, die Dauer der Anästhesie dann aber in keinem Verhältnis zu einem so kurzen Eingriff wie die Aortographie steht.

In der Mehrzahl der Fälle wird die Aortographie in intravenöser Vollnarkose mittels eines Barbitursäurederivates durchgeführt. Der große Vorteil einer Allgemeinnarkose liegt in der Ausschaltung psychischer Insulte. S c h u l z e - B e r g - m a n n weist auf die bessere Gefäßdarstellung in Narkose hin (vielleicht durch die Aufhebung von Reflexen). Bei Hypertoniern bietet die intravenöse Narkose sogar gewisse Vorteile, da sie immer von einem leichten Blutdruckabfall begleitet ist, weswegen ein Blutdruckanstieg nach der Kontrastmittelinjektion eine geringere Rolle spielt.

Eine Prämedikation eine halbe bis eine Stunde vor Narkosebeginn besteht aus kleinen Dosen Atropin und Morphin. Zur Narkose wird meistens Pentothal-Natrium bzw. Evipan-Natrium verwandt, im allgemeinen wird die Dosis von 0,6 bis 1,0 g des Narkotikums nicht überschritten.

Daß die intravenöse Narkose in Bauchlage nicht ganz gefahrlos ist, zeigt ein Fall von M a l u f mit schwerem Larynxspasmus. Auch M c A f e e erlebte zweimal schwere Larynxspasmen, wobei in einem Fall sogar die Tracheotomie notwendig wurde. In solchen Fällen muß die Untersuchung sofort abgebrochen und der Patient in Rückenlage gebracht werden. Todesfälle durch Larynxspasmen während der Aortographie sind bisher nicht bekannt geworden.

Eine sichere Methode, die vor allem technisch einwandfreie Röntgenbilder liefert, ist die Verbindung einer Allgemeinnarkose mit einem kurzwirkenden Muskelrelaxans. Sie verlangt allerdings einen geschulten Anaesthesisten, eine Forderung, der heutzutage wohl an allen größeren Kliniken nachgekommen werden kann.

Nach üblicher Prämedikation wird in flüchtigem Evipanschlaf unter der Wirkung von 10 bis 40 mg Lysthenon die Intubation vorgenommen. Sodann wird die Narkose durch ein Lachgas-Sauerstoffgemisch aufrechterhalten. Kurz vor der Röntgenaufnahme wird nochmals 10 bis 20 mg Lysthenon injiziert.

Wir führten an der Erlanger Klinik die Mehrzahl der aortographischen Untersuchungen in Lokalanästhesie durch; eine Aortographie wurde in Periduralanästhesie vorgenommen, 3 weitere in Evipanschlaf. Die letzten Aortographien nahmen wir mit gutem Erfolg in Intubationsnarkose vor; das Kontrastmittel wurde anschließend an eine Injektion von 5 ccm Succinyl injiziert, die Röntgenaufnahmen wurden kurz vor Ende der Kontrastmittelinjektion gemacht.

Punktion. Je nach der Punktionsstelle unterscheiden wir eine hohe oder subdiaphragmale Aortographie (Punktion in Höhe des 12.Brustwirbels) und eine tiefe oder lumbale Aortographie (Punktion in Höhe des 2.bis 3.Lendenwirbels). D o s S a n t o s punktierte die Aorta bereits gezielt: In Höhe des 12. Brustwirbels zur Darstellung des Truncus coeliacus, in Höhe von L 1 zur Nierendarstellung, von L 2 zur Darstellung der Aa.iliacae und der A.mesenterica caudalis und von L 3 zur Darstellung der Oberschenkelgefäße.

Der Patient liegt in Bauchlage mit hochgeschlagenen Ar-

men auf dem Röntgentisch. Punktion der Haut mit einer kurzen kräftigen Nadel oder kleiner Hautschnitt in entsprechender Höhe, jeweils etwa 4 Querfinger links der Dornfortsätze. Dann wird eine etwa 15 cm lange und 1,5 bis 1,8 mm im äußeren Durchmesser dicke Nadel schräg auf die Wirbelsäule zu eingeführt (bei der hohen Aortographie nach medial und cranial zu gerichtet). Trifft die Nadelspitze auf den Wirbelkörper, so wird sie etwas zurückgezogen und dann tangential am Wirbelkörper vorbei in die Tiefe bis zur Aortenwand vorgeführt. Die Nähe der Aorta wird meist als deutliche Pulsation gespürt. W y l i e , S c h r a d e r , K u n l i n u.a. punktierten die Aorta mit 2 Kanülen von 15 cm Länge und 1,5 mm äußeren Durchmesser, und zwar genau parallel untereinander. Damit können sie der Forderung von E u l e r gerecht werden, daß der äußere Durchmesser der Kanülen die Aortenwandstärke nicht überschreiten soll.

Injektion. Die Injektion des angewärmten Kontrastmittels soll möglichst schnell erfolgen, um durch eine genügende Anreicherung des Kontrastmittels im Blutstrom eine gute Schattengebung zu gewährleisten. Hierzu verwendet man an vielen Kliniken heute Druckapparate, die im allgemeinen aus einem Injektionssystem und einem automatischen Kontaktsystem für die Auslösung der Röntgenaufnahmen bestehen. Mittels dieser Apparate werden durchschnittlich 30 bis 50 ccm Kontrastmittel in etwa 3 Sekunden mit einem Injektionsdruck von 2,5 bis 3,5 atü injiziert.

Im folgenden sollen einige der heute gebräuchlichen Injektionsgeräte beschrieben werden:

P ä s s l e r konstruierte ein Gerät, welches zum Antrieb des Kolbens einer Injektionsspritze eine einfache Sauerstoffbombe, wie sie in jeder Klinik zur Verfügung steht, benötigt. Die Spritze ist in gelenkiger Verbindung an einem Stativ befestigt; die Punktionskanüle wird nach der Punktion durch einen Druckschlauch mit der Spritze verbunden. Von dieser führt ein weiterer Verbindungsschlauch zur Druckkugel einer Sauerstoffflasche, wobei mittels eines Reduzierventils der gewünschte Injektionsdruck (etwa 2-3 atü) eingestellt werden kann. Die Injektionsspritze ist so gebaut, daß nach Aufziehen des Kontrastmittels

der Spritzenstempel herausgeschraubt und statt dessen die Druckleitung angeschlossen werden kann. Distal an der Spritze ist ein Hahn angebracht, der, kurz bevor der Spritzenstempel den Spritzenboden erreicht, geschlossen wird, um die Injektion etwaiger Luftblasen in das Gefäßsystem zu verhüten. Der Hahn dient außerdem als "Notbremse", um die Injektion jederzeit abbrechen zu können.

G a d e r m a n n und S c h r a d e r benutzen das von D o s S a n t o s angegebene und nach eigenen Angaben vereinfachte Injektionsgerät: Es besteht aus einem Stativ, in dem eine 50 ccm-Spritze mit großem Handgriff durch eine Klammer gehalten wird. Sie findet ihr Widerlager in einem angepassten Metallzylinder, der auf dem Stativboden befestigt ist. Dieser Metallzylinder hat vorn einen Schlitz, durch den ein bogenförmiges Ansatzstück führt, welches vermittels eines Bajonettverschlusses auf den Spritzenkonus gesetzt wird. Am Spritzenansatzstück ist ein Druckschlauch befestigt. Durch ein metallenes Y-Stück wird das Schlauchsystem für das Doppelkanülenverfahren zweigeteilt. Eine Arretierung am Kolbenstiel verhindert, daß der Kolben den Spritzenboden durchstößt. Die Injektion des Kontrastmittels erfolgt manuell; die feste Lagerung der Spritze im Stativ und auf dem Widerlager erlaubt eine Injektion unter hohem Druck und mit großer Geschwindigkeit, es werden durchschnittlich 50 ccm Kontrastmittel in 2-4 Sekunden injiziert.

E u l e r entwickelte einen Druckapparat, der nach folgendem Prinzip arbeitet: Der in einer gewöhnlichen Sauerstoffbombe unter hohem Druck gespeicherte Sauerstoff wird mittels eines Reduzierventils auf den am Manometer ablesbaren Gebrauchsdruck eingestellt und in einen Kugelbehälter geleitet, der mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt ist. Letzterer ist über einen Druckschlauch mit einem Druckzylinder verbunden, der das Kontrastmittel enthält, wobei zwischen Kugelbehälter und Schlauchansatz ein Absperrventil sitzt. Die Punktionsnadel wird durch Konusanschluß an einen Hauptabsperrhahn angeschlossen, der seinerseits über ein kurzes, elastisches Schlauchstück mit dem Druckzylinder verbunden ist. Bei geschlossenem Hauptabsperrhahn wird die ganze Apparatur unter den gewünschten Druck gesetzt, so

daß nach Öffnen des Hahnes die (hydraulische) Druckinjektion erfolgt. Nach beendeter Injektion wird der Hahn wieder geschlossen und über ein Entlüftungsventil der Druck im System gelöst.

C h r i s t o p h e und H o n o r é konstruierten ein Gerät, welches aus einem Injektionssystem und einem automatischen Kontaktsystem für die Aufnahmeauslösung besteht. Der Injektionsmechanismus beruht auf einem Elektromotor von 24 Volt, der den Spritzenkolben durch eine Verbindungsstange mit regulierbarer Geschwindigkeit bewegt. Der ganze Apparat wird am Röntgentisch fixiert. Der automatische Auslöser der Röntgenröhre ist mit der Druckstange gekoppelt, und der Stromkreis wird durch 2 kleine, je nach dem gewünschten Aufnahmezeitpunkt verstellbare Kontakte geschlossen. Durch genaue Einstellbarkeit dieser Kontakte ist die Aufnahmemöglichkeit in jedem Augenblick der Injektion gegeben und derselbe Aufnahmezeitpunkt ist so in späteren Vergleichsaufnahmen immer wieder genau zu rekonstruieren.

Auf die in den USA verwandten verschiedenartigen und kostspieligen Spezialkonstruktionen kann im Rahmen dieser Arbeit nicht einzeln eingegangen werden.

Wir verwenden an unserer Klinik ebenfalls einen automatischen Injektionsapparat, und zwar den für diese Zwecke nach Angaben von D e n e c k e umgearbeiteten Hochdruckanaesthesieapparat von K i r s c h n e r :

Der Antrieb des Spritzenkolbens erfolgt durch eine Preßluftflasche, welche mit Druckreduzierventil mit Manometer und Inhaltsmesser auf einem Bodenstativ angeordnet ist. Die Preßluft wird durch das Stativrohr hindurch zu der Antriebsapparatur geleitet, welche in einem zylindrischen Metallgehäuse untergebracht ist. In diesem ist ein Metallkolben gleitend eingesetzt, der mit einer Art Kolbenstange vereinigt ist. Unterhalb dieser Anordnung befindet sich ein auf dem Stativrohr drehbarer und in der Höhe verstellbarer Aufnahmebehälter für eine graduierte Rekordspritze von 30 ccm Inhalt. Die Kolbenstange der Spritze wird auf leichte Weise mit der Kolbenstange der Antriebsapparatur verbunden. Zwischen Spritze und Kanüle wird wie üblich ein

Hochdruckschlauch angebracht. Der Eintritt der Druckluft in das Antriebsgehäuse erfolgt mittels eines am Fuß des Stativs angebrachten Pedals, wodurch ein schußartiges Eindringen des Kontrastmittels in das Blutgefäß möglich ist. An der Pedalstange befindet sich außerdem ein Anschlagkontakt, durch welchen die Einschaltung der Röntgenröhre bei einem vorher festgestellten Punkt der Spritzenentleerung erfolgen kann. Um die ganze Apparatur unter der erforderlichen Druckhöhe zu halten, genügt eine minimale Menge von Preßluft. Nach Beendigung der Untersuchung kann die noch in der Apparatur befindliche Preßluft, nach Verschuß des Preßluftventils, durch einen auf dem Kopf des Antriebsgehäuses angebrachten Hahn abgelassen werden.

Die Ansichten, ob eine manuelle oder eine Druckinjektion von größerem Vorteil ist, gehen auseinander. Als Haupteinwand gegen eine Druckinjektion wird hervorgebracht, daß durch zu hohen Injektionsdruck Intimaschädigungen hervorgerufen würden. Während der manuellen Injektion wären außerdem unterschiedliche Widerstände bei der Injektion leichter wahrnehmbar und dadurch Extravasationen eher vermeidbar. - Andererseits kann gerade bei manueller Injektion durch unruhige Handhabung die Kanüle leichter aus der korrekten Lage gebracht werden (es empfiehlt sich, auf alle Fälle zwischen Spritze und Kanüle einen Schlauch anzusetzen).

Zusammenfassend sind die Hauptvorteile eines Injektionsgerätes folgende:

1. Es wird eine höhere Konzentration des Kontrastmittels in der Aorta erzielt.
2. Die Röntgenaufnahmen können schnell genug und regelmäßig und zu einem vorher bestimmten Zeitpunkt gemacht werden.
3. Die Untersucher sind den Röntgenstrahlen weniger ausgesetzt.

Aus den späteren Zusammenstellungen der Zwischenfälle ergibt sich kein Anhalt dafür, daß die Anwendung von Hochdruckgeräten gefährlicher ist als die manuelle Injektion. Auf alle Fälle kann man nur mit ihnen zuverlässige, gleichmäßig schattenreiche Bilder erhalten, die eine exakte Interpretation erlauben.

Über die bei der Injektion nötigen Kontrastmittelmengen werden keine einheitlichen Angaben gemacht, sie schwanken zwi-

schen 15 ccm und 80 ccm. Doch scheut man heute, nach weitgehender Verbesserung der Kontrastmittel, nicht mehr davor zurück, nach Injektion und Aufnahme die Nadel mit Mandrin in der Aorta zu belassen, um bei Nichtgelingen der Röntgenbilder oder anderer technischer Fehler eine zweite Injektion anschließen zu können.

Röntgenaufnahme. Bei der direkten abdominalen Aortographie wird der Patient in Bauchlage auf den Röntgentisch gelagert. Dann wird die technische Einrichtung überprüft und eine Leeraufnahme (Abdomenübersichtsaufnahme) angefertigt. Eine weitere Röntgenkontrolle ist nach der Punktion zur Beurteilung der Nadel- lage angebracht. Man kann auch probeweise einige Kubikzentimeter Kontrastmittel injizieren, um zu sehen, ob sich auf dem Röntgen- bild ein Kontrastfleck (= Extravasation) oder nur die Kanüle (= richtige Lage) darstellt. Erst dann soll das gesamte Kontrast- mittel injiziert werden. Die erste Aufnahme wird kurz vor Ende der Injektion gemacht, also während der Injektion der letzten 10 bis 5 ccm. Die Iliacae und Femoralarterien füllen sich etwa 1 sec. nach der Injektion optimal, nach 2 sec. erhält man das so- genannte Nephrogramm, und die Nierenvenenfüllung zeigt sich etwa nach 15 bis 20 sec.; 5 bis 10 Minuten später ergibt eine Aufnahme ein exkretorisches Pyelogramm.

Technische Daten bei der Durchführung unserer aortographi- schen Untersuchungen:

Film-Focusabstand 115 cm, Belichtungszeit 0.8 sec.

135 mAs und 65 kV (bei adipösen Patienten etwa 80 kV).

Buckyblende. 40x40 Agfa-Era-Film.

Technische Hilfsmittel: Der Valsalva-Versuch und Staubinden nach Esmarch.

Der Verbesserung der Bildqualität sollen einige Maßnahmen die- nen, die durch Gefäßdrosselung eine Anreicherung des Kontrast- mittels in der Aorta erzielen. Hierzu gehören der "Valsalva-Ver- such" und das Anlegen von Staubinden um beide Oberschenkel nach Esmarch.

Die Röntgenkontrastdarstellung des Gefäßsystems erfordert eine hohe Konzentration des Kontrastmittels an entsprechender Stelle. Um nun eine bessere Darstellung der Bauchaorta zu erhal-

ten, kam F r e e m a n auf den Gedanken, das Schlagvolumen vorübergehend zu drosseln und zwar mit Hilfe des Valsalva-Versuchs: Der Patient wird angewiesen, tief einzuatmen, die Glottis zu schließen und mit aller Kraft dagegen zu pressen. Die Folge davon ist ein Blutdruckabfall, sowie ein Abfall der Pulsfrequenz über einen Zeitraum von etwa 20 Sekunden. In dieser Zeit wird die Kontrastmittelinjektion vorgenommen. Nach Freilassen der Glottis steigt der Blutdruck schnell wieder an und überschreitet zunächst sogar den Ausgangswert (F r e e m a n , F u l l e n l o v e). Dieser Versuch ist nicht ungefährlich und kontraindiziert bei Patienten mit degenerativen cardiovascularen Erkrankungen. Während der Hypotensionsperiode kann durch das verringerte Schlagvolumen eine ausreichende Anoxie verursacht werden, um zu irreparablen Schäden an Myocard oder auch Gehirn zu führen.

Das Anlegen von Blutdruckmanschetten mit einem Druck von etwa 200 mm Hg um beide Oberschenkel soll ebenfalls durch Drosselung der Strömungsgeschwindigkeit eine Kontrastanreicherung in der Aorta bezwecken. Die Staubinden werden allgemein in der Mitte der Oberschenkel angelegt; gerade hier befinden sich jedoch häufig sklerotische Gefäßwandveränderungen, weswegen dieser technische Kunstgriff von vielen Seiten mit dem Hinweis abgelehnt wird, es könne durch die Abschnürung zur Ablösung von Thromben und damit arterieller Embolie kommen (L i n d b o m , S c h r a d e r u.a.). W e i s sieht die größere Gefahr in möglichen Endothelschädigungen durch die unkontrollierbare Erhöhung der Kontrastmittelkonzentration.

M a l u f hatte die Möglichkeit einer vergleichenden Untersuchung: Bei einem Patienten wurden zwei Kontrastmittelinjektionen vorgenommen, einmal mit und einmal ohne Esmarch'schen Binden an allen vier Extremitäten. Trotzdem zeigte sich kein auffallender qualitativer Unterschied bei den Röntgenbildern, mit Esmarch'schen Staubinden stellten sich lediglich die Iliacae internæ deutlicher dar. Die Staubinden verhinderten auch nicht den leichten Blutdruckabfall unmittelbar nach der Injektion; die völlige Unterbindung der Aa.femorales gewährleistete auch nicht eine befriedigende Füllung der Iliacae externae.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die nur unbedeutende Verbesserung der Bildqualität in keinem Verhältnis zu den zusätzlichen Komplikationsmöglichkeiten steht.

Aortenkompression. A n t o n i und L i n d g r e n versuchten in 25 Fällen eine Aortenkompression mit Hilfe eines harten Kissens, das sie unter den Bauch des Patienten schoben. Hierbei kam es bei einem 68-jährigen Patienten zu einer motorischen und sensiblen Paraplegie der unteren Körperabschnitte; der Patient kam nach 3 Monaten infolge allgemeiner Sepsis ad exitum. Histologisch fand sich bei der Sektion kein Gefäßwandschaden der Aorta und eine dadurch bedingte Durchblutungsstörung, sondern eine von L 2 abwärts gehende Nekrose der langen Nervenbahnen des Rückenmarkes mit völligem Verlust der nervösen Struktur.

1667 hatte der dänische Anatom S t e e n s o n (Steno) bei Kaninchen motorische Lähmungen, wie auch sensible, der unteren Körperabschnitte durch Kompression der Bauch-aorta mehrfach experimentell erzeugt. Die später durchgeführten Untersuchungen ergaben eine erhebliche Zerstörung im Sinne einer Nekrose im Gebiet des Lendenmarkgraues der betroffenen Nervenbahnen.

Die Autoren erklären den Zwischenfall als ein sogenanntes "positives Steno-Experiment": Durch die Kompression der Bauch-aorta waren infolge einer verminderten Durchblutung und ungenügender Ausbildung eines Kollateralkreislaufes irreparable Schädigungen an den Nervenbahnen des Rückenmarkes bis zur völligen Nekrose, insbesondere im Bereich der grauen Substanz, verursacht worden.

III. Die Komplikationen bei den aortographischen

Untersuchungen.

A) Kontrastmittelreaktionen.

1. Kontrastmittelreaktionen im engeren Sinne.
 - a) Allgemeine Kontrastmittelreaktionen.
 - b) Überempfindlichkeitsreaktionen.
2. Cardiovasculäre Kontrastmittelreaktionen.
3. Akuter Jodismus.

B) Komplikationen bei der direkten abdominalen Aortographie:

1. Paraaortale Extravasate.
2. Blutungen aus der Punktionsstelle.
3. Nierenschädigungen.
 - a) Lokale Schäden durch direkte Injektion des Kontrastmittels in die Nierenarterien.
 - b) Direkte Kontrastmittelschädigung bei bereits eingeschränkter Nierenfunktion.
4. Kontrastmittelinjektion eines Aortenastes oder anderer Gefäße.
 - a) Direkte Kontrastmittelinjektion in die A.mesenterica cranialis und die Mesenterialthrombose.
 - b) Direkte Kontrastmittelinjektion in die Nierenarterie oder in Höhe des Abganges der Nierenarterien aus der Aorta.
 - c) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die A.lienalis
 - d) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die A.hepatica
 - e) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die Aa.lumbales
 - f) Direkte Injektion des Truncus coeliacus
 - g) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die V.cava sup
 - h) Rückenmarksschädigungen.

5. Zwischenfälle unklarer Genese (Fernwirkungen?).

C) Anhang: Weitere Komplikationsmöglichkeiten.

D) Komplikationen der direkten thorakalen Aortographie.

E) Komplikationen der retrograden (gezielten) Aortographie.

1. Komplikationen durch den Katheter.
2. Todesfälle in Zusammenhang mit dem Katheterismus.
3. Komplikationen bei der retrograden Druckinjektion.

A) Kontrastmittelreaktionen

1. Kontrastmittelreaktionen im engeren Sinne:

a) Allgemeine Kontrastmittelreaktionen.

Die Kontrastmittelreaktionen werden teilweise durch die Chemikalie an sich, teilweise aber auch durch andere Faktoren wie Flüssigkeitsmenge und ihre Konzentration, osmotischer Druck, Viscosität, Injektionsgeschwindigkeit und Injektionsdruck verursacht. Vorübergehende "normale" Kontrastmittelreaktionen (bei Lokalanaesthesie) sind folgende: Unmittelbar nach der Injektion Hitzewelle und allgemeine Rötung, Gelegentlich Schwindel und Erbrechen. Manchmal wird ein leichtes Druckgefühl im Kopf, leichte Benommenheit, sowie ein fremder Geschmack auf der Zunge angegeben. Sehr selten kommen einige Hustenstöße vor. L a r s s e n und P a l m l ö v erlebten bei 3 Patienten einen Fieberanstieg auf 38 Grad C. für einen Tag. Gelegentlich wird auch ein leichter Schmerz in den Beinen geklagt. Wenn das Kontrastmittel das pulmonale Gefäßsystem durchläuft, wird von den Patienten allgemein ein Gefühl der Atemlosigkeit geäußert

b) Überempfindlichkeitsreaktionen.

Von M i l l e r und Mitarbeitern kommt ein Bericht über Überempfindlichkeitsreaktionen auf das Kontrastmittel (70%iges Diodrast). In einem Fall traten Urticaria, Übelkeit, Blutdruckkrisen und zweitägige Anurie mit Anstieg des Rest-Stickstoffes auf; der zweite Patient entwickelte einen schweren Jodismus mit Jodexanthem, deutlicher Nierenfunktionsstörung, Rest-Stickstoff-erhöhung und ebenfalls mehrtägiger Anurie. In beiden Fällen kam es zu völliger Wiederherstellung.

Einen hierzu gehörigen Zwischenfall als Folge einer Aortographie mit insgesamt 70 ccm 70%igem Diodrast, wovon zunächst 20 ccm paraaortal injiziert wurden, erlebten B a r n e s , S h a w et al.:

Bei dem Patienten lag eine Obliteration der Aorta in Höhe von L 3 bis L 4 vor, wie einige Monate früher bereits bei einer komplikationslosen Aortographie festgestellt werden konnte. Während der Untersuchung vorübergehend Übelkeit und Erbrechen. 4 Tage später Schwellung der submaxillären

Lymphdrüsen beiderseits, in den folgenden Tagen Oligurie, pericarditisches Reiben, Zeichen des Linksversagens des Herzens, Gelenkschwellungen und Depressionszustände. Die Oligurie dauerte 9 Tage. Erst 5 Wochen nach der Kontrastmittelinjektion konnte der Patient gebessert entlassen werden.

Die Verfasser führen diesen Zwischenfall auf eine echte allergische Reaktion, wegen der vorausgegangenen Verabreichung des gleichen Jodkomplexes bei der ersten Aortographie, zurück.

Unseres Erachtens nach könnte aber die Komplikation auch auf eine direkte Nierenschädigung durch das Diodrast, welches durch den Aortenstop in hoher Konzentration in die Nierenarterien gelangte, zurückgeführt werden.

Diskussion: Bei den Kontrastmittelreaktionen in der Aortographie handelt es sich sicher nicht um eine Jodüberempfindlichkeit, sondern um Reaktionen auf den Kontrastmittelkomplex (F e l t e n), zum Beispiel auf das Jodpyridon. M ö c k e l wies Antigen-Antikörperreaktionen nach, wobei Jodpyridon in Verbindung mit Körpereiweiß das Antigen darstellt. Solche Erscheinungen treten allerdings nur auf, wenn früher schon einmal jodpyridonhaltige Kontrastmittel appliziert wurden, so daß eine solche, echte, Allergie keine große Rolle spielt. Für diese Fälle sind auch alle Testmethoden von zweifelhaftem Wert.

Viel wichtiger sind die anlagebedingten Idiosynkrasien gegen das Jodpyridon, wobei die Stärke der Reaktion - im Gegensatz zu der echten Allergie - direkt proportional der Menge des zugeführten Kontrastmittels ist, die mit dem Gewebe in Berührung kommt. Es kommt zum Beispiel zu isolierten Reaktionen am angiographierten Bein, während im großen Kreislauf keine derartigen Erscheinungen auftreten. Die üblichen Vorproben sind wegen der zu geringen zur Resorption kommenden Menge des Mittels wirkungslos. Die Ursache für die häufige Verwechslung von Allergie und Idiosynkrasie bei Kontrastmittelreaktionen liegt in der weitgehenden Übereinstimmung der klinischen Symptome.

2. Cardiovasculäre Kontrastmittelreaktionen.

D e t e r l i n g untersuchte den intraarteriellen Druck während der Kontrastmittelinjektion beim Menschen, wie auch bei Hunden, mittels eines in die betreffende Arterie (Femora-

lis, Brachialis, Carotis) eingeführten Vinylkatheters, der an ein Lilly-Manometer angeschlossen wurde. Es zeigten sich stets gleichbleibende cardiovasculäre Veränderungen, unabhängig vom Kontrastmittel. Die schnelle Injektion einer kleinen Kontrastmittelmenge führte zu einem leichten, vorübergehenden Anstieg des systolischen und diastolischen Blutdruckes. Die vergleichsweise Injektion von 0,85%iger Kochsalzlösung hatte den gleichen Effekt, wahrscheinlich als ein mechanisches Phänomen. Bei größeren Kontrastmittelmengen war dieser Blutdruckanstieg deutlicher. Einige Sekunden nach der Injektion folgt dann ein ebenfalls nur kurzdauernder Blutdruckabfall, sowie eine Pulsverlangsamung. Schließlich wieder Anstieg des Blutdruckes auf normale Werte oder etwas darüber (vor allem Anstieg des systolischen Druckes) und Zunahme der Pulsfrequenz. Nach 10 Min. waren die Ausgangswerte jeweils wieder erreicht.

Die gleichen Feststellungen machten M a l u f et al.: Vorübergehender Blutdruckabfall unmittelbar nach der Injektion und erneuter Anstieg nach wenigen Pulswellen. Auch nach den eingehenden Untersuchungen von K u n l i n , der den arteriellen Druck vor, während und nach der intraaortalen Injektion gemessen hat, ist die Wirkung der Druckinjektion auf die arterielle Haemodynamik gering. Wie weit diese und die Untersuchungen anderer im wesentlichen übereinstimmen, zeigen die Tabellen Nr. III und IV.

Bei den vergleichenden Untersuchungen zeigt sich, daß die Blutdruckschwankungen bei Verwendung von Thorotrast fast völlig fehlten, bei den organischen Jodverbindungen waren sie am deutlichsten bei Neo-Iopax 75%ig, es folgen Diodrast 70%ig und mit nur geringen vasomotorischen Reaktionen das Urokon 70%ig. Am stärksten, teilweise mit fatalen Erfolgen bei den Versuchen an Hunden, waren die Reaktionen mit Jodnatrium.

3. Akuter Jodismus.

Akuter Jodismus nach Applikation jodhaltiger Kontrastmittel ist äußerst selten. M i l l e r , W y l i e et al. erlebten einen Fall bei Verwendung von 70%igem Diodrast mit Rhinitis, Heiserkeit, typischem Exanthem, Singultus, Erbrechen, Anstieg des Rest-Stickstoffes und vorübergehender Anurie.

Nach einer Übersicht von P e n d e r g r a s s , H o d e s und T o n d r e a u kommt es bei der intravenösen Pyelographie nur zu einem sehr geringen Prozentsatz zu schweren allergischen Reaktionen. Bis 1952 kamen in den USA unter 3 800 000 Pyelographien nur 31 Todesfälle vor, das sind rund 0,000 081 %. Als Kontrastmittel kamen zur Anwendung:

in 66,6 % der Fälle Diodrast,
in 27,2 % " " Neo-Iopax,
in 4,6 % " " Urokon,
in 1,6 % " " Skiodan, Hippuran, Tenebryl u.a.

Bei 56,8% der Fälle ging ein Jodtest voraus. Der negative Ausfall der Jodteste besagt jedoch nicht viel, denn unter den Todesfällen waren 15 mit negativem Jodtest !

B) Komplikationen bei der direkten abdominalen Aortographie.

1. Paraaortale Extravasate.

Die Extravasation des Kontrastmittels ist die häufigste, aber harmloseste Komplikation der Aortographie und wird von allen Autoren angegeben. Die Beschwerden bei Extravasation äußern sich allgemein in einem Druckgefühl in der Nierengegend, Rücken- oder Leibschmerzen, oder auch als Schulter-Zwerchfellschmerz.

Extravasationen kommen zu einem Prozentsatz von etwa 10% aller aortographischen Untersuchungen vor, wie sich aus dem Zahlenmaterial der verschiedenen Berichte grob errechnen ließ. D e n s t a d t stellt fest, daß Extravasate heftige Schmerzen bis zu 24 Stunden Dauer auslösen können, daraus aber nie Dauerschäden resultieren.

L o o s e gibt mehrere paraaortale Injektionen an, dabei klagten nur 4 Patienten über stärkere Schmerzen. Sofortige Infiltrationen mit Novocain und physiologischer Kochsalzlösung an die Injektionsstelle, oder Infusionen nach Alkaloidgaben führen zu baldiger Schmerzbeseitigung und schnellerer Resorption des Paravasates (L o o s e , T e m e s v a r i , K u n l i n , L e r i c h e u.a.). Die neueren Kontrastmittel zeichnen sich durch besonders geringe Gewebsreaktionen aus; S c h r a d e r teilt mit, daß die paraaortale Injektion von Urografin so geringfügige Reaktionen machte, daß die Extravasate erst auf dem Röntgenbild entdeckt wurden.

N e l s o n konnte bei einem Patienten, der nach einer Aortographie aus anderen Gründen ad exitum kam, die Folgen eines Extravasates mit 80%igem Jodnatrium bei der Sektion prüfen; es fand sich lediglich eine leichte Rötung des umliegenden Gewebes.

2. Blutungen aus der Punktionsstelle.

Von mehreren Autoren wird der Blutungsgefahr aus der Punktionsstelle eine Bedeutung beigemessen, die ihr nicht ganz zukommt. 1953 behaupteten M e l i c k und V i t t , daß bei über 4000 Aortenpunktionen keine Nachblutungen von Bedeutung bekannt geworden wären. In der Folgezeit ist jedoch ein Fall einer größeren Blutung aus der Punktionsstelle bekannt geworden (M c A f e e), allerdings bei zweimaliger Punktion und häufigem Lagewechsel des Patienten bei liegender Nadel. Erfolgt der Einstich in die Aortenwand schräg, so wird anschließend an das Zurückziehen der Nadel durch den Valvulareffekt ein rascher Verschuß der Punktionsstelle gewährleistet. N e l s o n berichtet von einem Fall, wo eine Kugel die Aorta schräg durchschlug, ohne daß ein Haematom auftrat. E u l e r machte nach eingehenden Tierversuchen die Feststellung, daß es zu größeren Nachblutungen aus der Punktionsstelle kam, sofern Kanülen verwendet wurden, deren äußerer Durchmesser größer als die Aortenwanddicke war. War die Nadel dünner als die Aortenwand, kam es nur zu geringfügigen Haematombildungen. Trotz dieser von E u l e r gemachten Erfahrungen verwandte N a b e l Kanülen von 2 mm Stärke, obwohl die Aortenwand im Durchschnitt etwa 1,5 mm dick ist (siehe Tabelle Nr.V). Er erlebte keinen Zwischenfall in Form einer Nachblutung. Auch bei 3 Fällen, wo die Aorta bei der Obduktion untersucht wurde, zeigten sich nur leichte Sugillationen im periaortalen Gewebe; die Punktionsstelle war jeweils nur schwer auffindbar.

Auch W e i s , der des öfteren bei der Freilegung des lumbalen Grenzstranges im Anschluß an eine Aortographie die Haematombildung prüfen konnte, fand nur in den ersten 8 bis 10 Tagen Spuren eines Haematoms. S c h u l z e - B e r g m a n n fand in den Fällen, die nach der Aortographie zur Operation ka-

men, lediglich bei Hypertonikern bis faustgroße Haematome. Evans und Mitarbeiter führten bei 36 moribunden Patienten die Aortenpunktion 4 Stunden bis 24 Tage vor dem Tode aus. Bei der Obduktion zeigten nur 6 dieser Patienten Anzeichen einer unbedeutenden Nachblutung aus der Punktionsstelle. 12 Patienten dieser Serie hatten einen diastolischen Blutdruck von über 100 mm Hg. Zweimal lag der Einstich im Bereich eines atheromatösen Plaques, trotzdem war keine Haematombildung erkennbar. Die Punktionsstelle war in allen Fällen schwer zu finden.

Bei einem Patienten, der 18 Stunden nach der Untersuchung starb, fand L a r s s e n ein nur etwa 4x5 cm großes Haematom.

Auch D o s S a n t o s konnte in einer Serie von 300 Aortographien bei 7 Patienten die Aorta einige Stunden bis 24 Tage später bei der Sektion untersuchen. Er fand in keinem Fall Haematome oder Thrombenbildung. ¹⁾

Die Sklerose der Aortenwand ist bei der Punktion sogar von Vorteil, wie operative Kontrollen zeigten. So kamen erstens in solchen Fällen nie Nachblutungen vor, zweitens erleichtert die Sklerose wegen des spürbaren Widerstandes beim Einstich die Punktion, und drittens liegt die Nadel in einer sklerosierten Gefäßwand fester (S c h r a d e r). Die gleichen Beobachtungen machten auch K u n l i n und Mitarbeiter. Auch bei fortgeschrittener Aortensklerose erlebte L o o s e nie Nachblutungen.

Der Blutungsgefahr aus der Punktionsstelle bei Punktion der thorakalen Aorta mißt A u r i g eine noch geringere Bedeutung bei, da die Aorta ascendens besonders wandstark ist.

Nach P o u t a s s e führt sogar die direkte Punktion eines Aortenaneurysmas zu keiner Blutung! Trotzdem sollte die Punktion an derartiger Stelle vermieden werden.

Bei dem Zwischenfall von M c A f e e handelte es sich um ein großes retroperitroneales Haematom nach zweimaliger Punktion der Aorta, das zu schwerem Nierenversagen mit tödlichem Ausgang führte:

1) Editorial: "Dangers of abdominal aortography".
Americ. J. Roentgenol. 65 (1951), S. 280.

Die zweite Injektion wurde zu Aufnahmезwecken in halbaufgerichteter Stellung gemacht. 20 Minuten später weitere Röntgenaufnahme in halbsitzender Stellung, hierbei plötzliche Bewußtlosigkeit, tiefer Kollaps. Das Röntgenbild zeigte ein großes retroperitoneales Haematom, welches die Niere nach lateral verdrängte. - Durchführung mehrerer Transfusionen, im Verlaufe der ersten Urticaria; in den folgenden Tagen Anstieg des Rest-Stickstoffes, Oligurie, schließlich Exitus letalis durch völliges Nierenversagen.

Sektion: Großes, die Niere umschließendes Haematom; die Punktionsstellen waren nicht mehr auffindbar. Histologisch Arteriosklerose und Arteriolsklerose der Nieren sowie distale Tubulusnephrose (= lower nephron nephrosis, auch akute oligurische Nephrose genannt).

Bei dieser Nierenschädigung wirkten offensichtlich mehrere Faktoren mit: 1. Die Verdrängung der Niere durch das große Haematom; 2. möglicherweise eine schwere Überempfindlichkeitsreaktion auf die erste Transfusion; 3. eine toxische Wirkung des Kontrastmittels (Urokon), worauf die distale Tubulusnephrose hinzeigt.

Wenn dieser tödliche Zwischenfall auch nicht durch die Blutung aus der Punktionsstelle allein bedingt war, so ist er doch die erste bekannt gewordene Komplikation durch eine ausgedehnte Haematombildung.

In diesem Zusammenhang soll abschließend noch von einer Komplikation in der Reihe unserer Aortographie berichtet werden:

Es handelt sich um einen älteren Mann mit Endarteritis obliterans. Längere Zeit nach der lumbalen Aortographie bestanden Schmerzen in der Lendengegend, sowie Temperaturen, die ohne weitere Folgen auf Antibioticis abklangen.

Die später linksseitig durchgeführte lumbale Sympathektomie bestätigte die ursprüngliche Vermutung, daß ein blandes infiziertes Haematom vorgelegen hatte: Paraaortal und im Grenzstrangbereich fanden sich ziemlich feste Schwielen.

3. Nierenschädigungen.

In den letzten Jahren wurden eine ganze Anzahl von Nierenschädigungen im Zusammenhang mit der Aortographie bekannt. Sie

wurden entweder durch fehlerhafte Technik (Kontrastmittelinjektion direkt in die A. renalis), durch toxische Wirkung der Kontrastmittel bzw. Überempfindlichkeitsreaktionen auf den Jodkomplex, oder durch das Zusammentreffen bereits geschädigter Nieren mit chemo-toxischen Reaktionen als Folge der Aortographie verursacht.

M i l l e r , W y l i e und H i n m a n , die in einer Serie von 250 Aortographien 7 Nierenschädigungen beobachteten konnten, stellten eingehende Untersuchungen hierüber an. Sie unterteilten Nierenschädigungen durch direktes Trauma (falsche Nadellage, chemischer Reiz durch das Kontrastmittel, zu hoher Injektionsdruck, zu hohe Kontrastmittelmengen) und durch ein indirektes Trauma (Arzneimittelunverträglichkeit, neurogene Faktoren).

Wir wollen jedoch nach oben bereits angegebener Einteilung die bekannt gewordenen Komplikationen durch Nierenschädigungen anführen. Nierenschädigungen als Ausdruck einer Überempfindlichkeitsreaktion wurden oben bereits behandelt.

- a) Lokale Schäden durch direkte Injektion des Kontrastmittels in die Nierenarterien (bzw. in Höhe des Abganges der Nierenarterien).

Komplikationen.

Hierzu gehören 3 Fälle von M i l l e r , W y l i e und H i n m a n , bei denen das gesamte Kontrastmittel versehentlich in die Arteria renalis injiziert worden war. Die Folgen waren einmal Haematurie, Erbrechen, Temperaturanstieg, und beim anderen Fall Nierenfunktionsausfälle, Blutdruckanstieg mit schwerer Retinopathia hypertonica; nur der dritte Fall zeigte keine ernsteren Folgeerscheinungen. Diese Schädigungen waren alle reversibel.

S c h u l z e - B e r g m a n n erlebte einen Zwischenfall, wobei die Kanülenspitze am Abgang der Nierenarterien lag. Es kam zu schweren Nierenerscheinungen, die eine Nephrektomie notwendig machten. Die histologische Untersuchung der entfernten Niere zeigte zahlreiche kleinere und größere frische Infarkte mit hyperaemischen Randzonen und breiten leucocytären Demarkationen; Gerinnungsthrombose in einer mittleren Arterie (A.) und schwere tubuläre Nephrose. Keine Anzeichen einer Ar-

terio- oder Arteriolsklerose.

Zu einer schweren unilateralen Nierenschädigung kam es auch bei einem Fall von M c A f e e nach direkter Injektion des Kontrastmittels (70%iges Urokon) in die Nierenarterie. Es handelte sich um einen malignen Hochdruck mit leicht beeinträchtigter Nierenfunktion. Kurz nach der Injektion kam es zu einer generalisierten Urticaria, Schwellung der Speicheldrüsen (Zeichen einer Überempfindlichkeitsreaktion) und 4 Stunden später zeigte sich noch immer eine Kontrastmittelretention im Nierenparenchym. In den folgenden Wochen zunehmende Nierenfunktionsausfälle, ein Ausscheidungspyelogramm wies beginnende Atrophie auf. Nephrektomie: Histologisch Intimaverdickungen der Nierenarterien, keine Thrombenbildung, diffuse Atrophie der Tubuli contorti, interstitielle Fibrose und hyaline Umwandlung einiger Glomeruli. - Der Verfasser ist der Meinung, daß zwar eine Überempfindlichkeitsreaktion bei dieser Komplikation mit eine Rolle spielte, die Nierenschädigung aber in direktem Zusammenhang mit der Kontrastmittelmenge und -konzentration stand.

Wir erlebten an unserer Klinik zu Beginn der aortographischen Untersuchung ebenfalls eine direkte Nierenschädigung durch das Kontrastmittel: Es handelte sich um einen 63-jährigen Mann mit claudicatio intermittens (fehlende Fuß- und Oberschenkelpulse links) und einer Luesanamnese. Bei der Aortographie mit Per-Abrodil M 80% kam es zu keiner Darstellung der Aorta und ihrer Äste, das gesamte Kontrastmittel war offensichtlich direkt in die Nierenarterie injiziert worden. Anschließend an die Injektion klagte der Patient über heftige Rückenschmerzen, es kam zu einem Temperaturanstieg bis 40 Grad C., im Urin fanden sich zahlreiche hyaline und granulierte Zylinder; schließlich kam es zu einer vorübergehenden zweitägigen Anurie. Danach allmähliche Besserung und Wiederherstellung der Nierenfunktion (Rest-Stickstoff normal, Urinstatus o.B.).

Todesfälle:

Nach Angaben von F r y ¹⁾ kam es nach Injektion von 50 ccm 70%igem Urokon in die Aorta direkt zwischen den Abgang

1) Persönliche Mitteilung an M c A f e e (siehe dort).

der Nierenarterien (mit sehr dichtem Nephrogramm) zu einer schweren Oligurie. Es wurden allerdings noch zusätzlich 2 Injektionen von 25 ccm Urokon an einer tieferen Punktionsstelle gemacht. Es entwickelte sich eine Uraemie und der Patient starb schließlich an einer Aspirationspneumonie.

F o t o p o u l o s gibt einen weiteren Todesfall an, in folge völligen Nierenversagens nach Injektion einer größeren Kontrastmittelmenge direkt in beide Nierenarterien.

b) Direkte Kontrastmittelschädigung bei bereits eingeschränkter Nierenfunktion.

Es handelt sich in diesen Fällen um ein direktes Nierentrauma durch die Aortographie, bzw. die Kontrastmittelinjektion, bei bereits vorher bestehenden, mehr oder weniger stark ausgeprägten Nierenschäden.

Todesfälle:

J o s s e l s o n und K a p l a n berichten von einem Todesfall nach einer Aortographie mit 15 ccm 75%igem Neo-Iopax: 35-jährige Frau mit essentiellm Hochdruck und leichtem Fundus arterioskleroticus bei normalen Nierenfunktionsproben, lediglich bei der intravenösen Pyelographie keine Darstellung der linken Niere. Die Röntgenbilder der Aortographie zeigten ein normales Nephrogramm der rechten Niere, keine Darstellung der linken. 5 Tage nach der Aortographie persistierende Übelkeit, sodann Erbrechen, Temperaturanstieg, allmählicher Anstieg des Rest-Stickstoffes bis 580 mg%, massive Haematurie, Oligurie, diffuse petechiale Blutungen, schließlich kam die Patientin in einer uraemischen Pericarditis ad exitum.

Sektion: Atrophie der linken Niere, sie zeigte eine Solitärzyste und Steinverschluß des Ureterostiums; die rechte Niere wies zahlreiche kleine Rindenabszesse auf. Histologisch links schwere chronische Pyelonephritis, rechts multiple kleine Abszesse, Intimafibrose der Arteriolen und kleinen A. und verschiedene Stadien tubulärer Nephrose. Einige der histopathologischen Veränderungen standen im Einklang mit einer schweren Metallvergiftung der Nieren, und zwar infolge des Unvermögens einer regelrechten Ausscheidung der Jodide.

Dieser Fall ist ein Beispiel für eine schwere einseitige Nierenschädigung mit nur geringer Schädigung der anderen Niere, bei der es zu einer vollständigen Insuffizienz durch den zusätzlichen Insult einer Kontrastmittelinjektion kam.

S p r e n g e r hatte ebenfalls einen tödlichen Zwischenfall durch Nierenversagen: Bei einem Patienten, der nephrektomiert worden war, wurde eine direkte abdominale Aortographie durchgeführt. Zwar zeigte die Restniere gute Funktion, durch Überschwemmung mit Kontrastmittel kam es jedoch zu einer irreparablen Schädigung und der Patient starb an einer Uraemie.

Ein weiterer Bericht über einen Todesfall durch Nierenschädigung kommt von V o g l e r , K a h r und H o l z e r :

Bei diesem Fall handelte es sich um eine essentielle Hypertonie (Blutdruck 330/170 mm Hg) mit nur geringen Nierenfunktionsausfällen. Komplikationslose Aortographie mit insgesamt 60 ccm 70%igem Joduron. Nach 12 Tagen kam der Patient plötzlich ad exitum.

Sektion: Histologisch hochgradige Arteriosklerose der Nieren mit kleinzelliger Durchsetzung des Interstitiums, sowie zahlreiche haemorrhagisch infarzierte Glomeruli.

Die Serienvasographie, wie Verfasser sie durchführen, hatte in diesem Falle eine hochgradige Verzögerung der Durchblutungszeit ergeben. Die Autoren sind deswegen der Auffassung, es wäre durch die verzögerte Durchblutung und somit längere Einwirkungsdauer des Kontrastmittels auf die Nierengefäße vorstellbar, daß diese Veränderungen, wie die haemorrhagische Infarzierung, dadurch bedingt sein könnten.

A l w a l l und Mitarbeiter sammelten von 1950 bis 1954 8 Fälle mit akutem Nierenversagen in der Folge von Aortographien innerhalb Schwedens, darunter 2 Todesfälle. Fast immer ließen sich die Schädigungen durch zu große Kontrastmittelmengen (wiederholte Injektionen) erklären. Die Autoren sind der Meinung, daß bei den akuten Nierenversagen immer eine bereits vorhandene Funktionsstörung der Nieren ausschlaggebend ist. Sie weisen deswegen besonders darauf hin, daß, neben den üblichen Nierenfunktionstesten, vor der Aortographie noch die Clearance-Bestimmung und Konzentrationsprüfung durchgeführt werden sollten.

Ein Todesfall von K u n l i n , B i t r y - B o e l e y und V o l n i e soll ebenfalls noch erwähnt werden:

Bei einem 15-jährigen Jungen in uraemischem Zustand wurde eine translumbale Aortographie mit 24 ccm Thorotrast und einem Injektionsdruck von 3 atü mit dem Apparat von D o s S a n t o s durchgeführt, Punktion in Höhe von L 1, Lokalanästhesie. Eine halbe Stunde nach der Injektion traten heftigste Rückenschmerzen auf. In der Nacht kam es aus ungeklärter Ursache zum Exitus. Einer Sektion wurde nicht zugestimmt. Das Aortogramm zeigte eine deutliche Atrophie beider Nieren. Es ist anzunehmen, daß auch in diesem Falle mit einer schweren Nierenschädigung der zusätzliche Insult durch die Kontrastmittelinjektion zu einem völligen Nierenversagen mit letalem Ausgang führte.

Diskussion: M i l l e r und Mitarbeiter kamen nach tierexperimentellen Studien an Hunden zu dem Ergebnis, daß es bei der Druckinjektion des Kontrastmittels direkt in die Nierenarterie, bzw. in eine Aorta, die kaudal oder kranial von der Punktionsstelle einen Stop aufweist, zu Extravasaten in das Nierenparenchym kommt (interstitielle Extravasate, Extravasation in die Bowman'sche Kapsel). Ebenfalls zu Extravasaten in das Parenchym kommt es bei rein mechanischer Schädigung der Gefäßwand oder chemo-toxischer Wandschädigung durch hohe Kontrastmittelkonzentrationen innerhalb der Nierengefäße. Abgesehen von allergischen oder Überempfindlichkeitsreaktionen, stehen also Grad und Häufigkeit von Nierenschädigungen in direktem Zusammenhang mit der Menge und Konzentration des Kontrastmittels, wie auch dem Injektionsdruck.

Daß die direkte Kontrastmittelinjektion in die Nierenarterien, oder in den Bereich des Abganges der Nierenarterien, immer fatale Folgen haben muß, ist aus den vielen Berichten über die versehentliche Injektion des Kontrastmittels - auch Jodnatrium - in die A. renalis mit stärkster Schattengebung der Nieren im Röntgenbild, ohne irgendwelche Reaktionen, ersichtlich (V i t t , M e l i c k , P ä s s l e r , M a l u f u.a.). M a l u f erlebte keimnal Beeinträchtigungen der Nierenfunktion (bei genauen Untersuchungen vor und nach der Aortographie), obwohl einmal sogar 17 ccm 80%iges Natriumjodid vollständig in eine A. renalis

injiziert wurde. Auch bei 3 uraemischen Patienten, die 20 bis 40 ccm 75%iges Neo-Iopax injiziert bekamen, zeigten sich keine nephrotoxischen Effekte.

L a r s s e n und Palmlöw untersuchten bei 38 Patienten die Nierenfunktion ebenfalls vor und nach der Aortographie, ohne nennbare Unterschiede finden zu können. Nur bei einem Fall von direkter Injektion des Diodrastes in die Nierenarterie zeigte die Harnstoff-Clearance eine vorübergehende Beeinträchtigung der Nierenfunktion.

N e l s o n konnte bei kurz nach der Aortographie entfernten Nieren keine Intimaveränderungen der Nierengefäße feststellen, obwohl als Kontrastmittel konzentriertes Jodnatrium verwandt worden war.

Aus diesen, sich teilweise widersprechenden Berichten und Angaben soll herausgestellt werden, daß es offensichtlich ein beträchtliches Risiko darstellt, bei auch noch so gering gestörter Nierenfunktion die Aorta in Höhe der Nierenarterien mit hohem Injektionsdruck und größeren Kontrastmittelmengen (mehr als 20 bis 30 ccm) zu injizieren.

Wird die Aortographie nicht speziell zur Nierendiagnostik durchgeführt, dann ist die Stelle des Abganges der Nierenarterien am besten überhaupt zu vermeiden.

4. Kontrastmittelinjektion eines Aortenastes oder anderer Gefäße.

a) Direkte Kontrastmittelinjektion in die Arteria mesenterica cranialis und die Mesenterialthrombose.

M e l i c k und Mitarbeiter zeigten im Tierversuch an Hunden, daß die Injektion von hochprozentigem Natriumjodid in die A.mesenterica cranialis eine Thrombose des Gefäßes und Darmnekrose zur Folge hat. Bei Injektion der wasserlöslichen organischen Jodverbindungen kam es hingegen zu keinen Folgeerscheinungen.

Diese Tierexperimente konnten inzwischen am Menschen von mehreren Autoren bestätigt werden: S m i t h betonte wiederholt, daß die versehentliche Injektion von 75%igem Neo-Iopax in die Mesenterica cranialis ohne schädliche Folgen blieb;

M a l u f injizierte ebenfalls viermal die obere Mesenterica mit 75%igem Neo-Iopax, ohne daß es zu Zwischenfällen kam; nach **P ä s s l e r** war die Injektion von 30 ccm Per-Abrodil 80%ig mit einem Druck von 2,5 atü in die A.mesenterica cranialis nicht als ernste Komplikation zu bewerten! Der gleiche Autor gibt an, die bekannt gewordenen Fälle von Mesenterialthrombosen seien alle durch Verwendung von hochkonzentriertem Jodnatrium verursacht worden.

Dieser Behauptung müssen wir nach eingehende Literaturdurchsicht widersprechen, denn den Fällen, von denen der Autor spricht, stehen andere Fälle gegenüber, bei denen es nach Injektion von Joduron in die A.mesenterica zur Mesenterialthrombose kam.

Zusammenstellung der Mesenterialthrombosen.

Bei einem Zwischenfall von **W a g n e r** und **P r i c e** handelte es sich um eine 41-jährige Frau mit essentiellem Hochdruck bei normaler Nierenfunktion. Bis auf eine leichte Coronarinsuffizienz waren alle klinischen und Laboratoriumsuntersuchungen normal. Man hatte sich von der Aortographie weitere Informationen versprochen, da alle Nierenfunktionsproben normale Befunde ergeben hatten.

Translumbale Aortographie mit nur 10 ccm 80%igem Jodnatrium in Pentothalnarkose, Punktion etwa 3 cm unterhalb der 12. Rippe. Die Röntgenaufnahme zeigte, daß die Nadel im Abgang der oberen Mesenterialarterie lag und das gesamte Kontrastmittel in dieses Gefäß und dessen Äste injiziert worden war. Gleich nach dem Erwachen heftige Leibschmerzen, 4 Stunden später gespannte und druckempfindliche Bauchdecken. Nach 6 Stunden schwerer Kollaps mit nicht mehr meßbarem Blutdruck. 7 Stunden nach der Untersuchung Exitus letalis.

Es wurde eine Thrombose der Mesenterica cranialis angenommen; einer Sektion wurde nicht zugestimmt. Der Zusammenhang dieses Zwischenfalles mit der Aortographie wird von den Autoren als eindeutig angesehen.

V i t t (1952) erlebte einen Todesfall 48 Stunden nach einer direkten abdominalen Aortographie infolge Darmgangrän. Auch hier war versehentlich 80%iges Jodnatrium direkt in die Mesenterica cranialis injiziert worden.

D o s S a n t o s veröffentlichte 1947 ebenfalls einen Todesfall durch Mesenterialthrombose nach Injektion einer größeren Menge hochprozentigem Jodnatriums in den Abgang der A. mesenterica cranialis.

Völlig gleich gelagert waren zwei tödliche Zwischenfälle von D o s s ¹⁾ (1952) und S a n t e ¹⁾ (1952): Durch fehlerhafte Technik wurde wiederum konzentriertes Jodnatrium in die obere Mesenterialarterie direkt injiziert. In beiden Fällen kam es zur Mesenterialthrombose.

Über den tödlichen Ausgang einer Aortographie durch Mesenterialthrombose berichtet auch V ö l p e l :

38-jähriger Mann mit Claudicatio intermittens. Aortographie in Evipannarkose mit 40 ccm 70%igem Joduron, Punktion zwischen L 1 und L 2: Keine Füllung der A. mesenterica cranialis. Beim Erwachen sofort krampfartige Leibschmerzen, Spasmolytika hatten keine Wirkung. Am anderen Tag Auftreten peritonischer Zeichen, kolikartige Schmerzen und Temperaturanstieg. Laparotomie: Ausgedehnter Darmbrand, keine Gefäßpulsationen am Mesenterium. Ausgedehnte Dünndarmresektion wegen Mesenterialthrombose. Am folgenden Tage Exitus.

Die Sektion ergab eine generalisierte Thrombangitis obliterans ohne Anhalt für eine Verletzung der A. mesenterica cranialis. Histologisch Intimaveränderungen der Aorta, der A. iliaca externa links und geringgradig auch der A. mesenterica cranialis.

V ö l p e l nimmt an, daß es sich um einen Spasmus der Mesenterialgefäße gehandelt hat, der entweder durch das hochprozentige Kontrastmittel, welches auf die bereits geschädigten Mesenterialgefäße traf, direkt ausgelöst wurde, oder als Kollateralspasmus aufzufassen wäre. Die erste Möglichkeit erscheint B o l l (der den gleichen Zwischenfall in anderem Zusammenhang veröffentlichte) unwahrscheinlich, da der Abgang der Mesenterica cranialis gut 2 cm oberhalb der Punktionsstelle lag und es auf dem Röntgenbild zu keiner Darstellung der Mesenterica gekommen war. B o l l ist der Meinung, daß es sich also um

1) Persönliche Mitteilung an M a l u f (siehe dort).

einen Kollateralspasmus der primär schwer geschädigten Intestinalgefäße handelte, zumal die Neigung zu Gefäßspasmen bei Thrombangitis obliterans bekannt ist. Daß die zu hohen Dosen verabreichten Spasmolytica keinen Erfolg hatten, überrascht nicht, da bis heute noch keine Medikamente zur Dilatation der Splanchnicusgefäße bekannt sind.

Wir können über einen eigenen, bisher nicht veröffentlichten Zwischenfall mit letalem Ausgang in diesem Zusammenhang berichten:

71-jähriger Mann mit Claudicatio intermittens. Lokalbefund: kalte, blaurot verfärbte Füße, trophische Störungen der Zehennägel, keine Ulcerationen; Fuß- und Femoralispulse beiderseits nicht tastbar. Oszillographie: Bereits an den Oberschenkeln keine meßbaren Werte. Diagnose auf Grund des klinischen Befundes und der Anamnese: Endangitis obliterans. Laboratoriumsuntersuchungen unauffällig.

Aortographie mit 30 ccm 70%igem Joduron, Injektionsdruck 3 atü, Punktion in Höhe von L 2. Im Röntgenbild keine Darstellung der Aorta, es füllen sich lediglich die Mesenterialarterien. Vom Patienten wurden keine Schmerzen, keine Übelkeit oder andere Reaktionen geäußert. In der folgenden Nacht normaler Stuhlgang, danach plötzliches Auftreten heftigster Leibschmerzen und Schmerzen in den Oberschenkeln. Am nächsten Morgen diffuse Bauchdeckenspannung, Leib stark druckschmerzhaft, keine Darmgeräusche, Stuhl- und Windverhaltung, sehr trockene Zunge. Intensive Spasmolyse bringt keine Schmerzerleichterung. Röntgenologisch kein Anhalt für einen Ileus. Im Laufe des Vormittags zunehmende Verschlechterung des Allgemeinzustandes, Leucocytenanstieg. Es wird eine beginnende Darmgangrän durch Thrombose der Mesenterialarterien vermutet. Laparotomie: Starke venöse Stauung der Hälfte des Dünndarmes, die andere Hälfte und der Dickdarm zeigen normale Färbung, nur geringgradige Injektion einiger Stellen; keine Gefäßpulsationen am Mesenterium und der Darmserosa, keine thrombosierten Gefäße im Mesenterium tastbar; auch an der unteren Bauchorta keine Pulsationen; keine Anzeichen für ein retroperitoneales Haematom. Diagnose: Mesenterialthrombose. Große Tropfinfusionen, Spasmolytica, Supracillin, Kreislaufmittel, alle

4 Stunden 5000 E Heparin. Am Nachmittag Puls- und Temperaturanstieg, Schmerzen therapeutisch nicht beeinflussbar. Blaufleckige Verfärbung des ganzen linken Beines, der Fuß ist eiskalt. Trotz intensiver Herz- und Kreislauftherapie am folgenden Vormittag Exitus letalis.

Die Sektion ergab eine hochgradige Atherosklerose der Aorta mit Geschwürsbildungen im Bauchteil und ausgedehnten flächenhaften thrombotischen Auflagerungen in den Geschwürsbereichen. Nahezu völliger Verschluß beider Aa.iliacae durch festhaftende thrombotische Massen. Teilweiser Verschluß der A.mesenterica caudalis an der Abgangsstelle aus der Aorta durch einen Wandthrombus. Ausgedehnte Infarzierung der distalen Dünndarmschlingen sowie des Colon ascendens. Hauptleiden: Hochgradige Aortensklerose mit Wandthrombus. Todesursache: Ausgedehnte Darminfarzierung.

Bemerkenswert ist dieser Fall dadurch, daß mit Sicherheit die Aortenpunktionsstelle weitab vom Abgang der A.mesenterica lag. Man hatte überhaupt den Eindruck, als habe sich ein altes, hohes Intimapolster pelottenartig vor den Abgang der Arterie gelegt. Der relativ akute Verschluß trat eindeutig erst viele Stunden nach der Aortographie auf, so daß der Zusammenhang mit dieser Untersuchung nicht ganz eindeutig ist. Andererseits kann ein bereits vorhandenes Intimapolster möglicherweise empfindlicher auf die Kontrastmitteleinwirkung reagieren als die normale Intima, so daß eine weitere Anlagerung von Thrombenmaterial zu einem Verschluß geführt haben könnte.

Zusammenfassend ist zu dieser schwerwiegenden Komplikation der direkten abdominalen Aortographie festzustellen, daß es zu einer Mesenterialthrombose kommen kann bei:

- 1.) direkter Injektion des Kontrastmittels in die A.mesenterica, insbesondere mit hohem Injektionsdruck;
- 2.) regelrechter Injektion des Kontrastmittels in die Aorta bei Verschluß derselben kaudal der Punktionsstelle, wodurch Kontrastmittel in größerer Menge in die Mesenterialgefäße gelangen kann;
- 3.) einem toxischen, irritierenden Kontrastmittel;
- 4.) sehr großen Kontrastmittelmengen;
- 5.) Intimaschädigungen der Mesenterica (Endarteriitis obliterans).

rans, Arteriosklerose.)

Eine dieser Gegebenheiten, oder das Zusammentreffen mehrerer, können einen excessiven Spasmus der Endarterien (Kollateral-spasmen), oder eine direkte Intimaschädigung der Mesenterialarterien mit Folgen wie Ischaemie und Thrombose hervorrufen.

b) Direkte Kontrastmittelinjektion in die Nierenarterien oder in Höhe des Abganges der Nierenarterien aus der Aorta.

Diese Komplikation und ihre Folgen wurde bereits eingehend in dem Kapitel "Nierenschädigungen" behandelt (siehe oben).

c) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die A.lienalis.

Über ein derartiges Ereignis berichten mehrere (B a u r y s, S h a p i r o, H a r t n e t t u.a.). In einem Fall von S h a p i r o entwickelten sich Symptome, die einer "spontanen" Splenektomie glichen; der Patient erholte sich jedoch schnell wieder. Im Falle von B a u r y s klagte der Patient über einen plötzlichen heftigen Schmerz in der linken Schulter; auch hier kam es zu keinem Dauerschaden.

d) Direkte Injektion des Kontrastmittels in die Arteria hepatica.

Die von H a r t n e t t versehentlich ausgeführte Injektion dieses Gefäßes mit Kontrastmittel blieb ohne jegliche Folgen und wurde erst auf dem Röntgenbild bemerkt.

e) Die Arteriae lumbales injizierten M c A f e e und W i l l s o n mehrmals, in allen Fällen waren diese Gefäße als Kollateralen stark erweitert, da ein thrombotischer Verschuß der Aorta oder Iliaca vorlag. Es kam keinmal zu Folgeerscheinungen.

f) Die Injektion des Truncus coeliacus mit hochprozentigem Kontrastmittel durch Punktionsfehler ohne nachteilige Effekte wird von S m i t h, R u s h, E v a n s, S h a p i r o, H a r t n e t t u.a. angegeben.

g) S h a p i r o injizierte auch einmal versehentlich die Vena cava superior. Es kam zu einem vorübergehenden Atemstill-

stand, die künstliche Beatmung war jedoch erfolgreich und Spätreaktionen traten nicht auf.

Aus diesen kurzen Angaben wird bereits ersichtlich, daß in den meisten Fällen von unbeabsichtigten Injektionen der Aortenäste keine schweren nachteiligen Reaktionen zu beobachten waren. So bringt S m i t h und Mitarbeiter ausgezeichnete detaillierte Arteriogramme über die arteriellen Verzweigungen der der Aa.renales, der Coeliaca, Mesenterica cranialis und caudalis. Diese Bilder resultieren alle aus versehentlichen Injektionen von Aortenästen (im ganzen werden 10 derartige Fehlinjektionen angegeben), die alle ohne schwerwiegende Folgen blieben.

Nach S c h u l z e - B e r g m a n n hat die direkte Punktion und Injektion eines Aortenastes den Total- oder Teilverlust des entsprechend versorgten Organes zur Folge. Zu diesem Schluß kommt er auf Grund eines Zwischenfalles - Kontrastmittelinjektion einer Nierenarterie -, der eine Nephrektomie erforderlich machte. Daß diese Behauptung wohl nicht die Regel ist, sondern in erster Linie für die Kontrastmittelinjektion der A.renalis oder A.mesenterica cranialis gilt, geht aus der obigen Zusammenstellung der Komplikationen hervor.

h) Rückenmarksschädigungen.

B o y a r s k y berichtet von einer Querschnittslähmung bis zu dem Segment von D 8 nach einer Aortographie mit 70%igem Urokon; die Punktion erfolgte in Höhe von L 2. Allerdings machte die Punktion Schwierigkeiten, weswegen 6 bis 8 (!) Versuche gemacht wurden. Nach Ansicht des Autors war die Ursache der Schädigung entweder eine plötzliche Ischaemie des Rückenmarkes oder eine direkte schädigende Wirkung des Kontrastmittels im Gefäßgebiet einer A.spinalis anterior.

H o l und Mitarbeiter konnten experimentell an Kaninchen eine Schädigung des Rückenmarkes durch das Kontrastmittel mit Lähmungen und generalisierten Krämpfen als Folge einer erhöhten Kapillarpermeabilität nachweisen. Eine Schädigung trat aber nur auf, wenn das Kontrastmittel den Versuchstieren in Rückenlage intraaortal injiziert wurde, nicht in Bauchlage. Bei Rückenlage zeigten die Röntgenbilder auch Füllung der Spinalarterien mit Kontrastmittel. Hieraus ist zu folgern, daß infolge

des hohen spezifischen Gewichtes der Kontrastmittel ihre Verteilung auf die verschiedenen Gefäßprovinzen auch lageabhängig ist, d.h. es lokalisiert sich in Rückenlage auf die abhängigen Partien. So läßt sich auch der Zwischenfall von A n t o n i und L i n d g r e n (s.o.) erklären: Hierbei wurde durch ein hartes Kissen, daß unter den Bauch des in Bauchlage befindlichen Patienten geschoben war, der gleiche Effekt erzielt wie in Rückenlage.

Andere Ursachen von Rückenmarksschädigungen können sein: Direktes Trauma des Rückenmarkes durch die Nadel; Exacerbation eines bereits bestehenden Rückenmarksleidens durch arterielle Embolie oder durch direkte toxische Wirkung des Kontrastmittels.

5. Zwischenfälle unklarer Genese (Fernwirkungen?).

Zwei Todesfälle im Anschluß an die direkte adominale Aortographie müssen noch angeführt werden, bei denen ein direkter Zusammenhang mit der aortographischen Untersuchung nicht geklärt werden konnte, aber doch diskutiert werden muß.

K u n l i n und Mitarbeiter führten bei einem 67-jährigen Mann in schlechtem Allgemeinzustand (Oberschenkelamputierter, Thrombangitis obliterans) eine translumbale Aortographie mit 50 ccm 70%igem Diodrast und einem Injektionsdruck von 2,25 atü in Nesdonalnarkose durch. Der Patient kam gar nicht mehr zu Bewußtsein, sondern starb 4 Stunden nach der Untersuchung, ohne daß Anzeichen einer Gefäß- oder Nervenläsion festgestellt werden konnten. Eine Sektion konnte nicht durchgeführt werden.

Wir hatten bei unseren aortographischen Untersuchungen einen weiteren Zwischenfall, bei dem ein Patient in der Nacht nach der Aortographie ad exitum kam.

54-jähriger Mann mit der klinischen Diagnose Endarteriitis obliterans. Bis auf eine leichte Leucocytose normale Laboratoriumsuntersuchungen. Normaler Kurvenverlauf im EKG, insbesondere keine Zeichen einer chronischen Durchblutungsnot des Herzmuskels. Röntgenuntersuchung der Thoraxorgane unauffällig. Oszillographie: An beiden Oberschenkeln etwas abgeschwächte Werte, an den Unterschenkeln stark herabgesetzte, über der Dorsalis pedis beiderseits keine meßbaren Werte.

Femoralispulse beiderseits gut tastbar, keine Fußpulse. Nach Vorbereitung mit einer Mischspritze (1 ccm Padisal, 1 ccm Megaphen, 1 ccm Dolantin) Aortographie mit 30 ccm 70%igem Joduron, Punktion in Höhe von L 2, Injektionsdruck 3 atü. Nach der Aortographie war der Patient auffallend blaß, er klagte über starke Schmerzen im rechten Fuß, über Rückenschmerzen und Übelkeit. Nach einer Morphin-Atropingabe erholte er sich jedoch rasch. Blutdruck bei mehrfachen Kontrollen konstant. Gegen 23.30 Uhr erhielt der Patient gegen die starken Schmerzen im rechten Fuß nochmals eine Mischspritze, worauf er bis etwa 2.35 Uhr schlief. Entgegen den ausdrücklichen Anweisungen stand er dann auf, dabei trat unvermittelt der Tod ein.

Sektion: Ausgeprägte allgemeine Arteriosklerose der Aorta und ihrer großen Äste; frische Punktionsstelle knapp unterhalb des Abganges der Coeliaca, flaches aufsteigendes adventitielles Haematom (in Höhe der 7. und 8. Brustwirbel auf der Vorderseite und zu beiden Seiten ein gänseeigroßes Haematom im umliegenden Bindegewebe). Thrombotischer Verschluß der A. iliaca externa rechts auf 10 cm Länge durch einen frischen Gerinnungsthrombus, im Randgebiet mit beginnender Organisation, neben schalenförmigen atheromatösen Intimapolstern. - Muskelkräftiges Herz, zarte Klappensysteme; deutliche, teilweise stenosierende Coronarsklerose. Frische Coronarthrombose im Bereich des Ramus descendens der linken Kranzarterie. Histologisch noch keine Infarktzeichen. - Makroskopisch glatte Nierenoberfläche, histologisch mäßige Arteriosklerose, ausgeprägte trübe Schwellung. - Keine Stauungsleber. Hauptleiden: Generalisierte Arteriosklerose, Thrombose der rechten A. iliaca. Todesursache: Coronarthrombose.

Hier kann der Zusammenhang mit der Aortographie eigentlich nur ein indirekter sein. Möglicherweise kam es durch die Aortographie als psychisches Trauma, bzw. als "vegetativer Reiz" zu dem plötzlichen Herztod. Nicht zuletzt muß an ein zufälliges Zusammentreffen mit einem Myocardinfarkt gedacht werden.

C) Anhang: Weitere Komplikationsmöglichkeiten.

Als Komplikationsmöglichkeit wird häufig ein linksseitiger Pneumothorax aufgezählt, jedoch ist hierüber bis zu diesem Zeitpunkt nichts bekannt geworden.

M a l u f gelangte mit der Nadel in einem Falle mit beiderseits nur 11 Rippen bei der Punktion in Höhe von D 12 infolge der anatomischen Situation in die costovertebrale Pleurafalte. Die Folge war eine lokalisierte Pleuritis von mehreren Tagen Dauer. Der Autor weist nachdrücklich darauf hin, daß die vertebrale Umschlagsfalte der Pleura parietalis immer bis zum 12. Brustwirbelkörper reicht, unabhängig von der Rippenzahl.

Vom gleichen Autor kommt der Bericht über einen ungewöhnlichen Zwischenfall bei der Aortenpunktion in Höhe von D 10 bis D 11: Es kam zu einer kompletten Durchtrennung des Ductus thoracicus mit einem massiven einseitigen Chylothorax. Der Patient erholte sich jedoch wieder nach einer Operation, bei welcher der Ductus an beiden Enden ligiert wurde.

Die Verletzung eines inneren Organes direkt durch die Nadel ist erst einmal angegeben worden und sicher eine sehr seltene Komplikation. Von diesem Zwischenfall, wobei es zu einer Verletzung der Niere und intrarenaler Blutung kam, berichtet M a l u f: Ein junger Assistent verursachte bei dem Versuch einer Aortenpunktion eine schwere Haemorrhagie infolge Perforation und Laceration der Niere mit der Punktionsnadel. Der Zwischenfall machte eine Nephrektomie erforderlich.

Eine andere, wenn auch entfernt liegende Komplikationsmöglichkeit ist die Punktion eines Foramen vertebrale. In diesem Fall würden jedoch die starken Wurzelschmerzen und u.U. das Vorrquellen von Liquor sofort auf den Fehler hinweisen (G a d e r m a n n).

Luftembolie:

Die direkte Luftinjektion in die Aorta ist ein zwar häufig erwähntes, jedoch wohl nur theoretisches Gefahrenmoment und praktisch noch nie vorgekommen.

Wirkung der Kontrastmittelinjektion auf den Uterus.

Bei H a r t n e t t s Untersuchungen zur Darstellung der Placenta kam es bei Verwendung von 15 ccm 80%igem Jodnatrium zu vorübergehenden Uteruskontraktionen von 5 bis 8 Minuten Dauer, beginnend 1 bis 15 Minuten nach der Injektion. Zu einer Störung der Gravidität ist es in keinem Fall gekommen.

D) Komplikationen der direkten thorakalen Aortographie.

W i c k b o m hatte einen Todesfall bei der direkten thorakalen Aortographie durch Punktion vom Jugulum aus, auf Grund von Durchblutungsstörungen des Herzens: Während der Injektion werden auch die Coronarien mit kontrastmittelreichem Blut durchströmt. In diesem Falle soll der lange Zeitraum bis es wieder zur Durchströmung der Coronargefäße mit normalem Blut kam, also eine dadurch bedingte Anoxaemie des Herzens, die Ursache für den letalen Ausgang gewesen sein.

Bei 8 derartigen Untersuchungen beobachtete der Autor außer diesem Todesfall in zwei weiteren Fällen noch eine Haematombildung im rechten oberen Mediastinum.

A u r i g , der der Methode von W i c k b o m folgt, erlebte bei strengster Indikationsstellung und Ausschluß "coronargefährdeter" Patienten durch das EKG keinerlei Zwischenfälle.

E) Komplikationen der retrograden (gezielten) Aortographie.

Der Prozentsatz der Zwischenfälle bei der retrograden und retrograden gezielten Aortographie, besonders der thorakalen, ist unvergleichlich viel höher als bei der direkten abdominalen Aortographie, weswegen wir sie gesondert behandeln werden.

1. Komplikationen durch den Katheter.

M u l l e r und S l o a n fanden nach einer thorakalen Aortographie mittels eines durch die A. radialis vorgeschobenen Katheters bei der Operation ein Aneurysma dissecans der Brust-aorta neueren Ursprungs. Sie nahmen an, daß dieses unmittelbar mit dem Katheterismus in Zusammenhang stand.

Bei dem Versuch, einen Katheter durch eine nahezu obliterierte A. femoralis zu bringen, gelangte G o o d w i n nach

Perforation des Gefäßes in die paravesivale Region, das Geschehen blieb jedoch ohne Folgen. Der gleiche Autor berichtet über 2 Fälle von Paraesthesien des Oberschenkels, als versehentlich der N.cutaneus femoris lateralis beschädigt wurde, sowie von 2 größeren Blutungen, als das Einführen des Katheters nicht gleich gelang.

Wegen dieser Vorkommnisse betrachten G o o d w i n und Mitarbeiter die direkte Aortenpunktion als die Methode der Wahl.

Converse P e i r c e erlebte bei dem Katheterismus der A.axillaris eine Thrombose dieses Gefäßes: Durch einen technischen Fehler hatte sich die Katheterspitze umgebogen und die Intima verletzt. In einem anderen Fall geriet die Katheterspitze in eine kleinere A. und rief eine reversible Plexus brachialis-Lähmung hervor. In einem dritten Fall wurde das Kontrastmittel (70%iges Diodrast) vollständig in die A.innominata injiziert, was zu einer vorübergehenden Hemiplegie führte.

2. Todesfälle im Zusammenhang mit dem Katheterismus.

Cerebrale Schädigungen.

Nach Angaben von H e l m s w o r t h kam bei der retrograden thorakalen Aortographie mit Hilfe eines Polyäthylenkatheters, der in die A.brachialis eingeführt wurde, eine 88-jährige, allerdings bereits moribunde Patientin ad exitum letalis. Es war anscheinend das gesamte Kontrastmittel in den cerebralen Kreislauf gelangt, da die Carotiden während der Injektion nicht komprimiert worden waren.

D r e w e s erlebte bei der retrograden Darstellung der thorakalen Aorta mit einem Cournand-Katheter unter 18 Aortographien einen Todesfall: Eine Patientin mit hochgradiger Stenose des Aortenisthmus kam einen Tag nach der Untersuchung ad exitum. Schon während der Injektion traten Krämpfe auf, später Bewußtlosigkeit, Facialisparese und Hemiplegie. Bei der Sektion: Kleine frische Blutungsherde in den Stammganglien und in der Brücke.

Die Dislokation eines atheromatösen Plaques der Aorta durch den Katheter mit letalem Ausgang erlebte D e t e r l i n g in der Serie der retrograden ulnaren Aortographien: Der Patient

klagte über einen plötzlichen Kopfschmerz, als der Katheter in die linke A.subclavia vorgeschoben wurde. Wahrscheinlich gelangte ein atheromatöser Plaque in die linke Carotis. Trotz digitaler Kompression der Carotiden kam es zu Krämpfen während der Injektion, anschließend trat eine Hemiplegie mit Facialisparese auf. Der Patient kam 2 Tage nach der Aortographie ad exitum.

S l o a n und C o o l e y berichten von 2 Todesfällen bei retrograder ulnarer Aortographie zur Klärung von congenitalen cardiovasculären Mißbildungen. In einem Falle wurde der Katheter unter Röntgenkontrolle in den distalen Aortenbogen gebracht, dann erst wurde der Patient auf den Röntgentisch gelagert und anschließend die Kontrastmittelinjektion vorgenommen. Kurz danach Auftreten von Krämpfen und Bewußtlosigkeit, schließlich Exitus letalis. Die Röntgenaufnahmen zeigten, daß die Katheterspitze in die linke Carotis communis gerutscht war und so das gesamte Kontrastmittel in dieses Gefäß injiziert wurde.

Haemorrhagie.

Der 2. Todesfall von S l o a n und C o o l e y kann nicht der Methode zur Last gelegt werden: Es kam bei einem Kind zu einer erheblichen Nachblutung aus der Incisionsstelle, die im dunklen Röntgenraum nicht bemerkt wurde und der das Kind einige Stunden später erlag.

Akuter Herztod.

S c o t t gibt einen tödlichen Zwischenfall bei retrograder Aortographie über die A.carotis communis sinistra an, und zwar durch plötzlichen Herz- und Atemstillstand ungeklärter Ursache unmittelbar nach der Kontrastmittelinjektion.

3. Komplikationen bei der retrograden Druckinjektion.

F r e e m a n und Mitarbeiter hatten einige Zwischenfälle in ihrer Serie der retrograden Carotisinjektionen zur Darstellung der Aorta abdominalis unter Zuhilfenahme des Valsalva-Ver suches:

1. In einem Fall zweimalige Injektion von 50 ccm 70%igem Diodrast, wenige Sekunden nach der zweiten Injektion generalisierte Krämpfe, Patient wurde komatös, schließlich Herz- und Atemstillstand. Intracardiale Adrenalingabe konnte den Patienten je-

doch retten. Es blieb eine längere Zeit anhaltende Hemiplegie zurück. Es war offensichtlich durch einen technischen Fehler konzentriertes Diodrast über die Aa.vertebrales in den cerebralen Kreislauf gelangt.

2. Injektion von 35 ccm 70%igem Diodrast, die Röntgenaufnahmen zeigten Obliteration der A.subclavia, A.axillaris und A.brachialis. Die schnelle Injektion zusammen mit dem Verschuß dieser Gefäße und dem Valsalva-Versuch verursachte eine Füllung der A.mammaria interna und der Aa.vertebrales mit hochkonzentriertem Kontrastmittel. Die Folge war ein posteriores inferiores Cerebellarsyndrom.

3. In einem weiteren Fall nach 2 Injektionen von je 50 ccm Thorotrast Druckgefühl in der Brust, später klassische Zeichen eines akuten Myocardinfarktes, typische Veränderungen im EKG. Nach Besserung stellten sich 10 Tage später in einem Röntgenbild Kontrastmittelschatten in der dilatierten Wand der Brust-aorta dar; es handelte sich wahrscheinlich um ein Aneurysma dissecans. - Nach Ansicht der Autoren ist es durch den Valsalva-Versuch entweder zu einem Coronarverschuß, oder, durch die vorübergehende Hypertension nach Freilassen der Glottis, zu einer weiteren Ruptur des Aneurysmas gekommen. In allen 3 Fällen kam es zur völligen Wiederherstellung des Patienten.

M i l l e r und F r e e m a n beobachteten Intimaeinrisse am Aortenbogen, der ja der Druckwirkung bei der retrograden Injektion am meisten ausgesetzt ist.

Von cerebralen Erscheinungen, wie kurzdauernden Krämpfen, kontralateralen reversiblen Hemiplegien, allgemeinen Erregungszuständen, vorübergehender Aphasie und kurzer Bewußtlosigkeit während oder unmittelbar nach der Kontrastmittelinjektion, wird bei der retrograden (thorakalen) Aortographie mehrfach berichtet (M c G u i r e , F e l s o ' n , D r e w e s u. a. m.). Sie stellen die häufigsten Komplikationen bei dieser Methode dar, und zwar in der leichtesten Form als epileptiforme Krämpfe. In allen diesen Fällen kann angenommen werden, daß Kontrastmittel in konzentrierter Form in den cerebralen Kreislauf gelangte, was sich trotz digitaler Kompression der Carotiden nicht mit Sicherheit vermeiden läßt.

Todesfälle bei der retrograden Technik sind bis zu diesem Zeitpunkt in der Literatur nicht bekannt geworden.

IV. Zusammenfassung der Komplikationsmöglichkeiten und
=====
ihre Vermeidung (V o r s i c h t s m a ß r e g e l n).
=====

Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen. Vor der Aortographie wird - wie schon erwähnt - die Leber- und Nierenfunktion eingehend untersucht. Ein Elektrokardiogramm ist ebenfalls unerlässlich, schon um sich gegen Zwischenfälle durch plötzlichen Herz- und Atemstillstand zu sichern. Während der aortographischen Untersuchungen sollen mehrmals Blutdruckkontrollen vorgenommen werden. Der Patient muß genügend über alle Vorgänge informiert sein, um die Komplikationsmöglichkeiten nicht durch psychische Insulte zu vermehren. Im Untersuchungsraum sollte, vor allem bei labilen ängstlichen Patienten, eine ruhige Atmosphäre herrschen (hierauf wird von vielen Autoren ganz besonders hingewiesen).

Um Zwischenfällen sofort entgegenzutreten zu können, müssen Herz-Kreislaufmittel, zentrale Analeptica, Sauerstoff, Antihistaminica, Spasmolytica und Analgetica bereitgehalten werden. Muskelrelaxantien sollen Gefäßspasmen günstig beeinflussen.

1.) Paraaortale Extravasate.

Wenn auch die paraaortale Extravasation keine große Gefahr darstellt, so ist es doch ein für den Patienten schmerzhaftes Ereignis. Wird der Eingriff in Lokalanästhesie ausgeführt, dann können vorsichtshalber erst wenige ccm Kontrastmittel injiziert werden; wenn dann vom Patienten kein Schmerz geäußert wird (bei kleinen Extravasaten spürt der Patient einen paravertebralen Druck oder Schmerz), darf angenommen werden, daß die Nadel korrekt liegt. In Narkose kann ebenfalls eine Probeinjektion von 5 bis 10 ccm Kontrastmittel gemacht werden, eine Röntgenaufnahme zeigt dann einen Kontrastfleck, wenn die Nadelspitze nicht im Aortenlumen liegt. Daß von vielen Seiten behauptet wird, bei manueller Injektion wären Extravasationen leicht-

ter zu vermeiden, wurde bereits erwähnt.

Ist es zu einem Extravasat gekommen, so kann zur schnellen Resorption Hyaluronidase in das Extravasat injiziert werden. Einige Autoren geben an, eine 1%ige Novocainlösung (physiologische Kochsalzlösung) in das Extravasat nachzuspritzen.

2.) Blutungsgefahr aus der Punktionsstelle.

Fälle mit allgemeiner Blutungsneigung werden vorher durch Bestimmung der Blutungs- und Gerinnungsfaktoren ausgeschlossen. Am besten wird einer Nachblutung vorgebeugt, wenn möglichst kleinkalibrige Nadeln verwendet werden; sie sollen die Aortenwandstärke nicht überschreiten (siehe Tabelle Nr.V). G a d e r m a n n , S c h r a d e r , K u n l i n u.a. bevorzugen, um dieser Forderung gerecht zu werden, das Doppelkanülenverfahren. Hiermit halbieren sie sozusagen auch die Gefahr anderer Komplikationsmöglichkeiten, wie Punktion eines Aortenastes, Extravasation und Intimaschädigungen durch zu starke Druckwirkung an einer Stelle bei der Kontrastmittelinjektion.

3.) Nierenschädigungen.

Nach Ausschluß von Patienten mit beeinträchtigter Nierenfunktion und bei Vermeidung der direkten Injektion der Nierenarterien bzw. ihrer Abgangsstelle, ist die Gefahr einer Nierenlasion sehr gering.

Nachdem in den letzten Jahren eine Reihe von Nierenparenchymschädigungen bekannt wurden, schlug L i n d g r e n (1953) vor, durch Reduzierung des Blutdrucks auf etwa 85 mmHg systolisch mit einem Barbiturat die Gefahr der Nierenschädigung zu verringern; hierbei wurde gleichzeitig der nephrographische erhöht. Unter 70 mm Hg systolisch darf der Blutdruck allerdings nicht sinken, da dann die Ausscheidungsfunktion der Nieren sistiert.

Nun haben 1955 L o d i n und T h o r é n die Aortographie aus gleichen Gründen unter Ganglienblockade mit Etamonin "Astra" (= Tetraäthylammoniumbromid) vorgenommen. Etamonin bewirkt eine Herabsetzung der Nierendurchblutung und der Glomerulufiltration pro Zeiteinheit bei nur mäßiger Blutdrucksenkung, und zwar bei Hypertonikern auf etwa 100 bis 120 mm Hg systolisch; bei Normotonikern muß darauf geachtet werden, daß der

systolische Druck keine Reduzierung auf Werte unter 80 bis 90 mm Hg erfährt. Nach der Kontrastmittelinjektion und Röntgenaufnahme werden wiederholte kleine Ephedringaben zur Normalisierung des Blutdruckes gegeben.

Bei 40 Aortographien unter Ganglienblockade entstanden keine Komplikationen, nur dreimal kam es zu einem geringen Anstieg der Kreatinin-Clearance, bei zwei dieser Fälle bestand allerdings schon vorher ein Nierenparenchymschaden. Die Ganglienblockade selbst beeinflusst die Nierenfunktion nicht. Nach Meinung der Verfasser sind die Vorteile dieser Methode:

1. Ungestörtes subjektives Befinden der Patienten.
2. Kann sowohl die Kontrastmittelmenge als auch der Injektionsdruck durch die Blutdruckreduzierung herabgesetzt werden.
3. Guter nephrographischer Effekt.
4. Eine Allgemeinnarkose ist nicht notwendig.

4.) Direkte Injektion der großen Aortenäste, besonders die der A.renalis und A.mesenterica cranialis.

Dieses Gefahrenmoment läßt sich zum Teil allein schon durch eine Probeinjektion mit wenig Kontrastmittel und kritische Beurteilung der Röntgenkontrollaufnahme ausschließen. Lindgren kontrolliert die Nadellage mittels eines dünnen Silbermandrins, nachdem die Punktion stattgefunden hat. Eine bewegliche Halterung am Ende des Mandrins wird einige Millimeter zurückgeschraubt und der Mandrin nun auf die gegenüberliegende Aortenwand hin vorgeschoben. Gelingt das weiter als 1 cm oder noch mehr, dann besteht der Verdacht, daß die Nadel in einem Aortenast liegt, und die Punktion sollte wiederholt werden. Eine weitere Vorsichtsmaßnahme ist, die hohe (subdiaphragmale) Aortenpunktion in Höhe von D 11 bis D 12, also oberhalb des Truncus coeliacus, vorzunehmen und die tiefe (lumbale) Aortenpunktion in Höhe von L 2 bis L 3, also unterhalb vom Abgang der Nierenarterien.

5.) Rückenmarksschädigungen.

Der wahrscheinliche Reaktionsmechanismus dieser Komplikation wurde ausführlich behandelt; es ging aus dem Gesagten be-

reits hervor, daß während der Kontrastmittelinjektion keine reine Rückenlage einzunehmen ist. In Bauchlage darf niemals ein drückender Gegenstand (Kissen, Sandsack) unter den Bauch geschoben werden. Eine direkte Rückenmarksschädigung ist vermeidbar, wenn eine tiefe (lumbale) Aortographie durchgeführt wird, da ja das Myelon bei D 12 bis L 1 bereits endet.

6.) Komplikationen durch die Anaesthesie.

Wie schon ausgeführt, scheinen Larynspasmen bisher die einzige, allerdings schwere Komplikation während der Aortographie in intravenöser Narkose gewesen zu sein. Es muß deswegen in allen Fällen Sauerstoff bereitstehen und ein Tracheotomiebesteck schnell erreichbar sein.

7.) Jodismus.

Der Wert eines Jodtestes wird in letzter Zeit von fast allen Seiten angezweifelt; Überempfindlichkeitsproben auf das Kontrastmittel können gelegentliche Zwischenfälle nicht vorher-sagen, die Aufdeckung eines allergischen Reaktionsmechanismus gelingt ebenfalls in vielen Fällen nicht (siehe bei Kontrastmittelreaktionen). Trotzdem sollten Jodteste durchgeführt werden, schon wegen eines gewissen Schutzes vor dem Gesetz. Am besten wird vor jeder Aortographie ein intravenöses Pyelogramm mit dem entsprechenden Kontrastmittel in niedriger Konzentration gemacht, es ist sowohl ein guter Sensibilitätstest als auch eine aufschlußreiche Nierenfunktionsprüfung.

Manche Autoren geben routinemäßig nach jeder Aortographie eine intravenöse Infusion von 1000 ccm physiologischer Kochsalzlösung mit Vitamin C-Gaben zur schnelleren Eliminierung des Jodkomplexes durch die Nieren.

8.) Luftembolie.

Bei sorgsamer Technik und Füllung des ganzen Injektions-systemes mit physiologischer Kochsalzlösung braucht eine derartige Komplikation nicht befürchtet zu werden.

V. Die Aortographie in der Schwangerschaft

("Placentographie").

Bereits 1935 führte C o u t t s diese Untersuchung bei 12 Frauen mit Gravidität Mens VIII durch und beobachtete die Injektion einiger Placentarsinus und bestimmter Gefäßstrukturen, die dem kindlichen Kreislauf zugeordnet werden mußten.

H a r t n e t t hatte 1948 die Aortographie bei 68 Frauen gegen Ende der Schwangerschaft nach eingehender Untersuchung der Nierenfunktion und Sensibilitätstesten vorgenommen: Bis auf vorübergehende Uteruskontraktionen von 5 bis 8 Minuten Dauer (bei Verwendung von Jodnatrium als Kontrastmittel) und einem ebenfalls vorübergehenden Absinken der kindlichen Herztöne, was auf die Uteruskontraktionen zurückgeführt wurde, erlebte der Verfasser keine ungünstigen Reaktionen. Es kam weder zur Frühgeburt bzw. vorzeitigen Wehen, noch zu Komplikationen während der Geburt, noch zu einer kindlichen Schädigung. Nach der Geburt wurde in allen Fällen manuell der Sitz der Placenta nachgetastet und auch in allen Fällen der röntgenologische Befund bestätigt.

Die Frage, ob bei Verdacht auf Placenta praevia das Risiko der Aortographie die Gefahren eines beobachtenden Zuwartens in Fällen von bedrohlichen, profusen Blutungen aufwiegt, will Verfasser zu dem Zeitpunkt noch nicht endgültig beantworten.

Punktion: H a r t n e t t nimmt die Punktion in Höhe des 12. Brustwirbelkörpers vor, günstiger erscheint jedoch die Punktion der Aorta in Höhe von L 3, wie K u n l i n und Mitarbeiter sie durchführen.

S m i t h et al. haben bei 5 Frauen kurz vor dem Geburtstermin die Aortographie zur Darstellung der Placenta vorgenommen, davon war in 2 Fällen die Untersuchung unbefriedigend; in den 3 anderen war die Placenta schwach dargestellt, eine von diesen war verdächtig auf Placenta praevia. Jedoch reichte die Kontrastdicke nicht aus, um eine exakte Diagnose zu stellen.

Obwohl die Zahl der aortographischen Untersuchungen zur Erkennung von Placentaranomalien sicher immer noch zu gering ist,

als daß ein abschließendes Urteil über den Wert dieser Untersuchungsmethode gefällt werden könnte, muß doch festgestellt werden, daß eine zunehmende Zahl von Autoren in diesen Fällen eine Indikation zur Aortographie sehen (S h a p i r o , M e l l i c k , V i t t , G u i l l h e l m , K u n l i n u.a.m.).

VI. Indikationen und Kontraindikationen.

I n d i k a t i o n e n der abdominalen Aortographie.

Allgemeine Bemerkungen.

In der Urologie sollte die Aortographie als diagnostisches Hilfsmittel erst angewandt werden, wenn die intravenöse und retrograde Pyelographie, die Clearance-Methoden und übrigen Nierenfunktionsteste nicht genügend Aufschlüsse gegeben haben. Dasselbe gilt für die Gefäßdiagnostik, auch hier soll die Aortographie erst zu Hilfe genommen werden, wenn die Pulspalpation, Oszillometrie und -graphie, Hauttemperaturmessung und Messung der reaktiven Hyperaemie keine zufriedenstellende Ergebnisse brachten. Aus wissenschaftlichem Interesse allein ist die Aortographie nicht vertretbar; sie soll unter bestimmtem Augenmerk, wie Therapie, Prognose, Operabilität, oder als Richtungsweis für die Operation durchgeführt werden.

A. Angiologie.

1.) Obliterierende Gefäßerkrankungen:

- a) Chronische thrombotische Aortenobliteration (L e r i c h e -Syndrom); thrombotischer Verschluß der Aortenbifurkation.

Die Aortengraphie stellt hier die Diagnose, sie gibt Auskunft über die Lokalisation des thrombotischen Bereichs, die Ausdehnung (bei Einschluß der Nierenarterien in die Thrombose wäre eine Resektion kontraindiziert) und die Ausbildung eines Kollateralkreislaufes.

- b) Differentialdiagnose einer Aortenthrombose (= Embolie) vom thrombotischen (embolischen) Verschluß beider Beckenarterien.

c) Periphere Durchblutungsstörungen.

In Fällen, wo die Arteriographie nicht durchführbar ist, oder hohe Verschlüsse ergeben hat, und zur Abwägung der therapeutischen und prognostischen Möglichkeiten.

Die Punktion soll bei L 3 erfolgen, wenn die Femoralispulse auf einer oder beiden Seiten fehlen, und bei L 1, wenn am Promontorium kein Puls zu tasten ist (C o - l u m e l l a et al.).

d) Diagnostik der Segmentthrombosen der Beckenarterien.

Diese ist allein durch die Aortographie möglich, dabei sind diese Fälle gerade besonders häufig für die Thrombendarteriektomie geeignet.

e) Vor jeder Operation, bei welcher eine Arterientransplantation in Erwägung gezogen wird (G e s e n i u s).

f) Arterielle Embolien der Beckenarterien (siehe oben).

g) Allgemein zur Beurteilung von Kollateralkreisläufen.

2.) Aneurysmen des Bauchraumes:

a) Aortenaneurysmen.

Zur Diagnostik abdominalen Aortenaneurysmen ist die subdiaphragmale Aortographie besonders geeignet, denn diese Aneurysmen liegen in der Mehrzahl der Fälle distal vom Abgang der Nierenarterien; eine Punktion an dieser Stelle kommt also nicht in Betracht.

b) Aneurysmen der Nierenarterien, in seltenen Fällen auch zur Differentialdiagnose von Gallensteinen.

c) Aneurysmen der Milzarterie.

d) Aneurysmen im Beckenbereich.

3.) Arteriovenöse Fisteln des Bauchraumes.

Zur Beurteilung, Diagnose und als praoperative Maßnahme.

4.) Vor rektalen chirurgischen Eingriffen,

um sich genau über den Beckenkreislauf zu orientieren und nicht einen vitalen Kollateralkreislauf zu den unteren Extremitäten zu unterbrechen (L e r i c h e).

B. Tumordiagnostik und Urologie.

1.) Retroperitoneale Tumoren.

In Verbindung mit retroperitonealer Luftfüllung.

Nach S m i t h ist die Aortographie besonders wertvoll bei ungeklärten abdominalen Tumoren des linken oberen Quadranten.

2.) Als ergänzende Untersuchung bei Verdacht auf ein Phäochromocytom.

3.) Nierentumoren.

a) Diagnose.

b) Differentialdiagnose eines Hypernephroms (Kontrastmittelsee in der Mitte des Tumors = "pooling", von C r e e v y auch das "Anfärben" des Tumors genannt), von einem Adenocarcinom (Gefäßschlängelungen und verwaschene Gefäßzeichnung), oder von einer Solitärzyste (Gefäßarmut innerhalb des Tumors, Verdrängung der Gefäße an die Peripherie).

Die Methode versagt bei der Diagnose der papillären Cystadenocarcinome innerhalb von Nierencysten; außerdem in Fällen, wo durch die raumbeengenden Prozesse die Nierenarterie so komprimiert wird, daß Veränderungen im Verlauf und der Zahl der peripheren Nierengefäße nicht in Erscheinung treten.

c) Tumoren des Nierencortex (B u r n s), zur frühen Diagnostik, da Deformierungen im Pyelogramm erst spät sichtbar werden.

4.) Renale Haematurie bei normalem Pyelogramm.

Zur Beantwortung der Frage nach corticalen Nierentumoren.

5.) Congenitale Nierenanomalien.

a) Aberrierende oder überzählige Gefäße mit Hydronephrose.

b) Polararterien

c) vor operativer Trennung von Hufeisennieren, wegen der Herabsetzung der Blutungsgefahr bei bekanntem Gefäßverlauf.

d) Polycystische Nieren.

In diesen Fällen ist die Aortographie nur von prognostischem Wert, da die Diagnose auch ohne sie gestellt werden kann.

e) Differentialdiagnose einer Ektopie von einer Ptose.

f) Differentialdiagnose einer Agenesie der Niere von einer Nierenatrophie.

6.) Niereninfarkte.

7.) Nieren-Tuberkulose.

a) Diagnose.

Abnahme der Vascularisation der betreffenden Parenchymgebiete.

b) Frage nach der Operabilität.

um bei Teilresektion den Operationserfolg nicht durch Nekrosen ungenügend versorgter Gebiete zu gefährden.

8.) Ureterblockade,

wenn die Pyelographie keinen Aufschluß gibt und die Frage nach der Funktionstüchtigkeit der Niere gestellt wird.

9.) Hydronephrose.

Die Aortographie gibt die Entscheidung, ob eine Resektion oder eine Nierenbeckenplastik durchzuführen ist, d.h., ob die Blutversorgung noch ausreicht, um eine plastische Operation vornehmen zu können.

10.) Hypertonie unbekannter Genese.

Es steht eine einseitige Ischaemie zur Frage (Thrombose, Stenose oder Kompression der Nierenarterie), um den Hochdruck nach Art des Goldblattphänomens auffassen zu können.

Anmerkung: Von D o s s ist behauptet worden, die Niere sei genau so gut wie ihre Durchblutung. Dieser Behauptung wird von mehreren Autoren widersprochen. So ist zwar S m i t h auch der Meinung, daß bei Erhalten eines genügend schattendichten Nephrogramms die Niere nicht funktionsuntüchtig ist; es könnte aber bei Fehlen eines Nephrogramms trotzdem eine normale Nierenfunktion vorhanden sein.

Es besteht demnach keine Relation zwischen der Schattendichte des Nephrogramms und der Funktionstüchtigkeit der Niere!

C. Potenzstörungen (insbesondere Impotentia coeundi).

Nach L e r i c h e finden sich bei 25% der aortographisch untersuchten jungen Männer Schlängelungen und Dilatationen im Gefäßgebiet der Iliacae. Durch beiderseitige Sympathicusblockade in Höhe von L 2 wurde eine auffallende Besserung erzielt.

Bei normaler Arterienanordnung blieb die Sympathicusblockade wirkungslos.

F o r e t und L e r o u x vermuten bei Impotentia coeundi Gefäßprozesse an den Endverzweigungen der inneren Schamarterien. C h r i s t o p h e und H o n o r é hingegen stellten fest, daß ein Ausbleiben der Kontrastmittelfüllung der Corpora cavernosa mit einer Impotenz gleichzusetzen sei.

D. Diagnose von Placentaranomalien.

Die frühzeitig exakte Diagnose kann in entscheidender Weise das Handeln des Geburtshelfers bestimmen.

I n d i k a t i o n e n der thorakalen Aortographie.

- 1.) Hohe Aortenaneurysmen.
- 2.) Differentialdiagnose eines Aneurysma der Aorta descendens von einem Aneurysma des Truncus brachiocephalicus.
- 3.) Arteriovenöse Anastomosen im Bereich der großen Gefäße.
- 4.) Mediastinaltumoren; Topographie der großen Gefäße bei Mediastinaltumoren.
- 5.) Aortenisthmusstenose (Hauptindikationsgebiet), da die exakte Lokalisation und Ausdehnung mit der Angiocardiographie nicht zu ermitteln ist. Nach F r e y ist die thorakale Aortographie jedoch hier nur gerechtfertigt, wenn eine Operation geplant ist.
- 6.) Persistierender Ductus Botalli, jedoch nach D r e w e s nur, wenn der Herzkatheterismus (Gasanalyse, Druckmessung) keine sichere Diagnose gibt.
- 7.) Ungeklärte Aorteninsuffizienz, zur Klärung der Frage nach einem persistierenden Ductus Botalli, persistierendem Foramen Panizzae oder nach einem Kammerseptumdefekt (C a s t e l l a n o s).
- 8.) Dysphagia lusoria, zur Darstellung des Verlaufes der rechten A. subclavia.

K o n t r a i n d i k a t i o n e n .

- 1.) Schlechter Allgemeinzustand, dem operative Eingriffe nicht zugemutet würden.

- 2.) Parenchymerkrankungen der Nieren oder Leber, vor allem wenn sie mit Funktionsstörungen einhergehen.
- 3.) Allergische Anamnese.
- 4.) Jodüberempfindlichkeit.
- 5.) Exsudative Diathese.
- 6.) Hyperthyreose.
- 7.) Lungen-Tuberkulose.
- 8.) Drohende Gangrän, wo auch ein geringgradiger Spasmus, wie er bei der Aortographie vorkommen kann, den Verlauf dieser Ereignisse beschleunigen würde.
- 9.) Die Vasographie der Nieren ist in allen Fällen von Verdacht auf chronische vasculäre Erkrankungen der Nieren kontraindiziert.

VII. Statistische Bemerkungen.

=====

Es ist schwierig, trotz der großen Zahl von aortographischen Untersuchungen annähernd genau die Mortalität zu errechnen. Von vielen Autoren wird zwar die Zahl der tödlichen Zwischenfälle angegeben, nicht aber die der durchgeführten Aortographien. Deswegen konnten bei der Errechnung von Verhältniszahlen nur Veröffentlichungen mit genauen Zahlenangaben berücksichtigt werden. Wir erfaßten auf diese Weise 6 589 direkte abdominale Aortographien und 13 Todesfälle, das entspricht einer Mortalität von etwa 0,19%. Für die retrograden Methoden ließ sich bei sehr kleinem Zahlenmaterial eine Mortalität von etwa 1,1% errechnen, nämlich 5 Todesfälle unter 453 Untersuchungen. Die absolute Zahl der bekannt gegebenen Todesfälle beträgt für die direkte abdominale Aortographie 18 und für die retrograden Methoden 7 Fälle.

Vergleichsweise sollen die Zahlen der Ausscheidungsurographie und Angiocardiographie genannt werden:

D o t t e r veröffentlichte 1950 eine Zusammenstellung von 26 Todesfällen unter 6 824 Angiocardiographien, das würde eine Mortalität von etwa 0,38% bedeuten. Z s e b ö k gibt nach dem Stand von 1954 die Mortalität der Angiocardiographie mit 0,5 bis 1,7% an.

P e n d e r g r a s s und Mitarbeiter konnten bei sehr umfangreichem Material die Mortalität für die intravenöse Pyelographie mit 0,000 081% bestimmen (3 800 000 Untersuchungen und 31 Todesfälle).

Zusammenstellung.

Mortalität der:

direkten abdominalen Aortographie annähernd	0,19%
retrograden (gezielten) Aortographie annähernd	1,1 %.

Absolute Zahl der bekanntgegebenen Todesfälle der:

direkten abdominalen Aortographie	18
retrograden (gezielten) Aortographie	7.

Wenn ein Vergleich der Aortographie mit anderen Untersuchungsmethoden berechtigt ist, so allenfalls der mit der Angiocardiographie. Dabei ist festzustellen, daß das Risiko der retrograden aortographischen Methoden und das der Angiocardiographie etwa gleich groß ist. Diese beiden Methoden sind jedoch mit mehr Gefahren verbunden als die direkte abdominale Aortographie, obwohl diese noch längst keinen solchen Platz unter den nicht-routinemäßigen Untersuchungsmethoden einnimmt wie die Angiocardiographie.

VIII. Z u s a m m e n f a s s u n g .

=====

In der vorliegenden Arbeit wurde anfangs auf die Geschichte der Aortographie eingegangen; sie wurde im Jahre 1925 von D o s S a n t o s eingeführt, seine Technik ist auch heute für die direkte perkutane Punktion und Kontrastmittelinjektion der Bauchaorta im wesentlichen noch gültig.

Nach einem Überblick über die heute geübten verschiedenen aortographischen Verfahren wurde insbesondere die Technik und der Untersuchungsgang der direkten abdominalen Aortographie als der Methode der Wahl angeführt. Je nach der Fragestellung wird die Aortenpunktion in Höhe von D 12 oder L 1 bis L 2 vorgenommen, die zwischenliegende Zone wird wegen des Abgangs der großen Arterien gemieden. Die Injektion mit Hilfe eines Hochdruck-

apparates ist vorzuziehen; als Kontrastmittel kommen in neuerer Zeit nur noch die trijodierten Benzoessäurederivate (Urografin, Triopac, Urokon) in Frage, die sich durch eine besonders gute Verträglichkeit auszeichnen. Komplikationen, die in direktem Zusammenhang mit dem Kontrastmittel als schädigendes Agens stehen, wurden bei ihrer Anwendung nicht beobachtet.

Der Hauptwert wurde in den Ausführungen auf die Komplikationen und Komplikationsmöglichkeiten gelegt, sie wurden im einzelnen beschrieben und diskutiert. Ein möglicherweise folgenschweres Ereignis ist die versehentliche Injektion eines Aortenastes, sie muß unter allen Umständen vermieden werden. Unvermeidbar hingegen scheinen Überempfindlichkeitsreaktionen auf das Kontrastmittel, die sich in schweren Nierenfunktionsstörungen äußern können, zu sein, zumal Jodteste und Vorproben mit kleinen Kontrastmittelmengen keine Sicherung gegen dieses Vorkommnis bieten.

Es wurden in den vergangenen Jahren mehrere Todesfälle bekannt, die in Zusammenhang mit der Aortographie gebracht werden müssen. Während bis zur Verbesserung der Kontrastmittel die Mesenterialthrombose nach direkter Injektion der Mesenterica im Vordergrund stand, mehren sich in der letzten Zeit Berichte über eine Reihe von Nierenschädigungen. Diese müssen unterteilt werden in direkte lokale Nierenschädigungen durch das Kontrastmittel (Injektion der A. renalis), in Überempfindlichkeitsreaktionen auf das Kontrastmittel bzw. echte allergische Reaktionen und in Fälle mit akutem Nierenversagen durch den Insult der Kontrastmittelinjektion bei bereits geschädigten Nieren.

Bei der direkten thorakalen und retrograden thorakalen Aortographie stehen cerebrale Schädigungen durch das Kontrastmittel als Komplikations- und Todesursache an erster Stelle, sie sind auch bei digitaler Kompression der Carotiden während der Injektion nicht sicher zu vermeiden.

Als wichtigste Komplikation der retrograden abdominalen Aortographie - mit und ohne Katheter - wird von Thrombosen des betreffenden Gefäßes berichtet.

Nach einer kurzen Zusammenstellung der Komplikationsmöglichkeiten und der Vorsichtsmaßnahmen wurden die Indikationen

der Aortographie eingehend besprochen und die Kontraindikationen aufgezählt.

Zuletzt wurde eine ungefähre Berechnung der Mortalität der Aortographie versucht (insgesamt konnten für die direkte abdominale Aortographie 18 Todesfälle zusammengestellt werden und für die übrigen aortographischen Untersuchungsmethoden 7 Todesfälle). Wenn auch die prozentualen Verhältnisse keinen exakten Vergleich mit anderen diagnostischen Methoden erlauben, so ist ihnen doch zu entnehmen, daß das Risiko der direkten abdominalen Aortographie geringer ist als das der Angiocardiographie, wobei die Aortographie in manchen Fällen, die bisher noch der Angiocardiographie vorbehalten sind, von größerem diagnostischen Wert ist.

Abschließend soll festgestellt werden, daß die Aortographie nie eine Routineuntersuchung werden wird und strengster Indikationsstellung bedarf. Sie sollte nie aus wissenschaftlichem Interesse allein, noch zur Bestätigung einer bereits gestellten Diagnose durchgeführt werden, sondern nur in solchen Fällen, wo von dem aortographischen Ergebnis das weitere Handeln des Arztes (Frage der Operationsmöglichkeit) abhängt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. K.
Denecke für die Überlassung des Themas und Herrn Pro-
fessor Dr. G. Hegemann für die Übernahme des Referates.

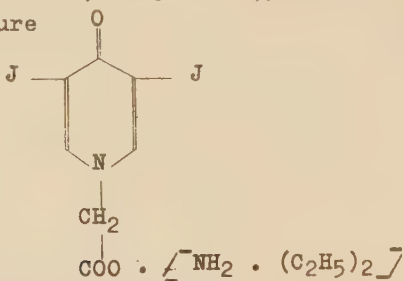
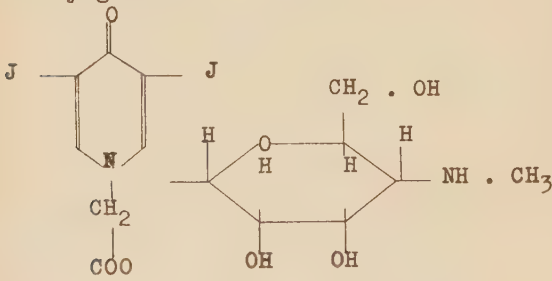
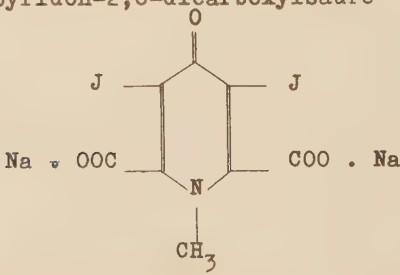
KONTRASTMITTEL	Jod- gehalt des Salzes	mg Jod in 1 ccm Lösung
<u>DIODRAST</u> "Wintrop" 70%=Jodopyracet (Joduron "Cilag" Diodone "Guerbet") Diäthanolamin-3,5-dijodo-4-pyridon - N-Essigsäure 	49,8%	349 mg
<u>PER-ABRODIL</u> "M" 80 "Bayer" 3,5-dijodo-4-pyridon-N-essigsäures Methylglukamin 	47,3%	339 mg
<u>NEO-IOPAX</u> "Schering" (USA) 75%=Jodoxyl Dinatriumsalz der N-Methyl-3,5-dijodo- 4 pyridon-2,6-dicarboxylsäure 	51,5%	386 mg

Tabelle I
(Forts.)

KONTRASTMITTEL	Jod- gehalt des Salzes	mg Jod in 1 ccm Lösung
<u>JODNATRIUM</u> 80%=NaJ	84,6%	676 mg
<u>THOROTRAST</u> = Thoriumdioxyd (Thorium = radioaktives Schwermetall) o = Th = o		
<u>TRIOPAC</u> "Cilag" 70% (=Urokon "Mallinkrodt") Na-3-acetylamino-2,4,6-trijodobenzoat 	61,9%	Zu Trio- pac"400" 400 mg Zu Urokon 433 mg
<u>UROGRAFIN</u> "Schering" 70%=Diatrizoat Gemisch des Natrium-und Methylglukamin- salzes der N,N'- Diacetyl-3,5-diamino- 2,4,6-trijodobenzoesäure im Verhältnis 10 : 66 	48,7%	370 mg

Tabelle II

Darstellung von Jodgehalt des Salzes in Prozenten und des Jodgehaltes in 1 ccm Kontrastmittel.

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1) Jodnatrium 80% | 5) Urografin 76% |
| 2) Urokon 70% | 6) Diodrast 70% |
| 3) Triopac "400" | 7) Per-Abrodil M 80% |
| 4) Neo-Iopax 75% | |

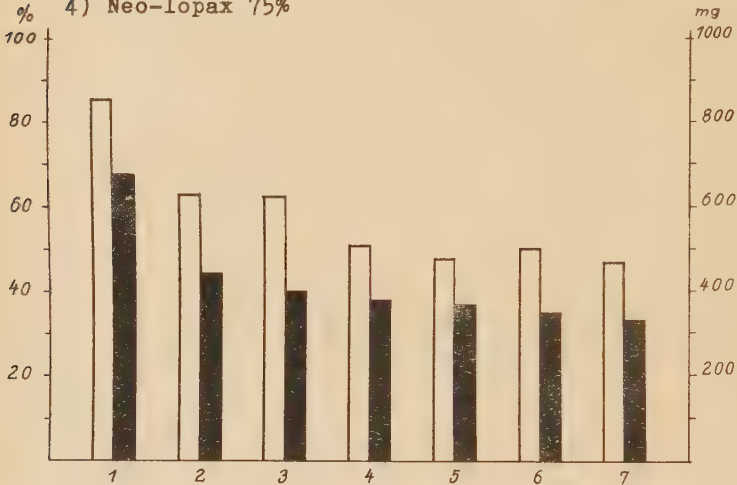
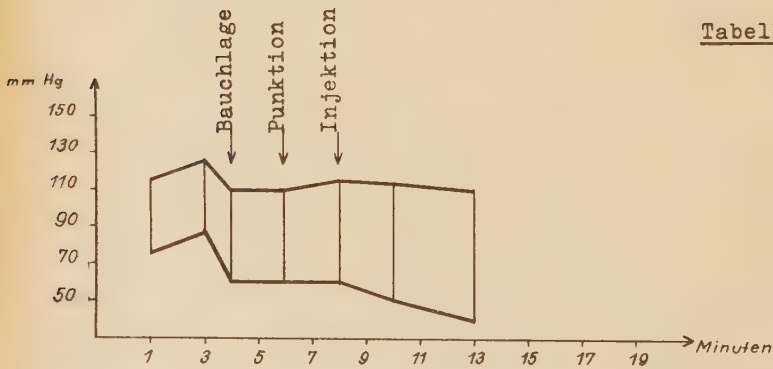


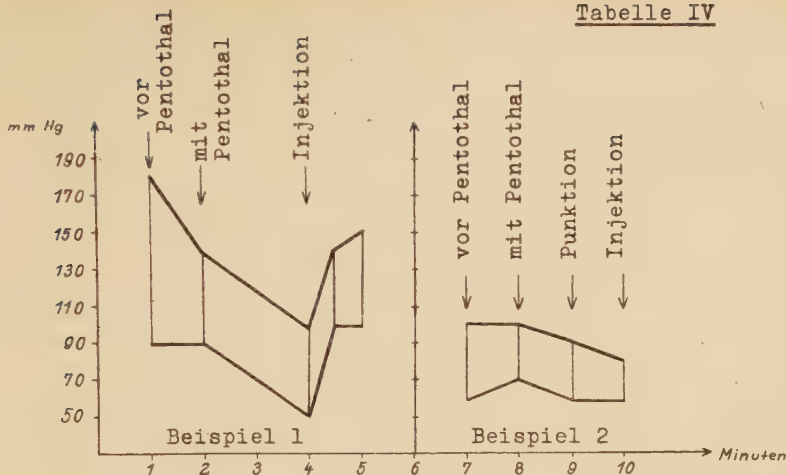
Tabelle III



Schematische Darstellung der Blutdruckwerte während der trans-lumbalen Aortographie mit 30 ccm Perabrodil "M" 80%.

(Nach H. Nabel, Bruns' Beitr. 189 (1954)/3, S.341)

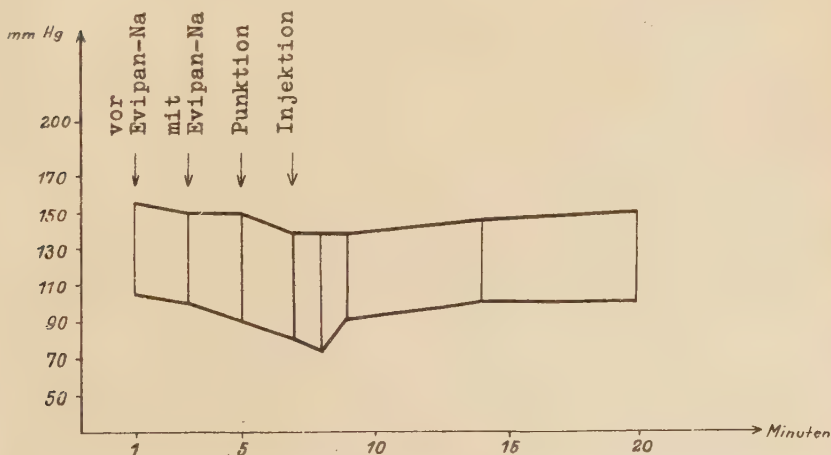
Tabelle IV



Schematische Darstellung der Blutdruckwerte während trans-lumbaler Aortographie mit 20-40 ccm Neoiopax 75% in intra-venöser Narkose mit Pentothal-Natrium.

(Nach N. Maluf u. C. McCoy: Americ.J.of Roentgenol.73/4

1955, S.533).



Schematische Darstellung der Blutdruckwerte während trans-lumbaler Aortographie (Chir.Univ.Klinik Erlangen) durchgeführt in Evipanschlaf (0,7 g), Succinyl und O₂ mit 35 ccm "Triopag"-Cilag.

Tabelle Nr. V

Wandstärken der Aorta in Millimetern (nach K a n i - A u r i g)

Alter in Jahren	Aorta über den Klappen	Aorta am Zwerchfell	Aorta an der Teilungsstelle
1- 5	1.18	0.78	0.52
6-10	1.37	0.90	0,86
11-15	1.43	1.08	1.07
16-20	1.58	1.19	1.15
21-30	1.60	1.22	1.12
31-40	1.72	1.30	1.17
41-50	1.75	1.44	1.26
51-60	1.86	1.48	1.27
61-70	1.70	1.50	1.26
71-80	1.84	1.55	1.22

aus: Zbl. Chir. 37 (1953) : Seite 1577.

Tabelle Nr. VI

Komplikationen der abdominalen Aortographie.

bei einwandfreier Technik

Allgemeinreaktionen im Sinne des psychischen Traumas.

Cardiovasculäre Reaktionen auf die Punktion und Kontrastmittelinjektion.

Akuter Jodismus.

Nierenschädigung als Ausdruck eine Überempfindlichkeitsreaktion

Nachblutungen.

(Rückenmarksschädigungen).

bei fehlerhafter Technik

Extravasationen.

Direkte Kontrastmittelinjektion von Aortenästen oder benachbarten Gefäßen.

Direkte Organverletzung.
(Pneumathorax).

(Luftembolie).

Rückenmarksschädigungen.

T o d e s f ä l l e
(soweit bekanntgegeben)

direkte abdominale Aortographie

Blutung aus der Punktions- stelle	1
Nierenschädi- gung	8
Mesenterial- thrombose	6
Coronar- thrombose	1
Rückenmarks- schädigung	1
ungeklärt	1
	18

direkte thorakale Aortographie

Herztod bei Coronarinsuf- fizienz	1
	19

retrograde Aortographie

Akuter Herz- tod	1
	20

gezielte Aortographie

Cerebrale Schädigung	3
Dislokation eines atheromatösen Plaques	1
Blutung aus der Punktionsstelle	1
insgesamt	25

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s .

=====

- B. Abeshause, I. Scherlis Urol.Gutan.Rev. 55/9 (1951)S.517
C. Alken Z.Urol 43 (1950) S.11
N. Alwall, S. Johnson, Acta chir.scandinav.109 (1955)
A. Tornberg, L. Werkö S.11
N. Antoni, E.Lindgren Acta chir.scand.(Stockholm) 98
(1947) S.230
G. Aurig, G.Kötzschke Dtsch.Gesundheitswesen (1954)S.338
G. Aurig Fortschr.Röntgenstr.83/4 (1955)
S.490
G. Aurig, H.Radke Fortschr.Röntgenstr.84/6 (1956)
S.661
B.Barnes, R.Shaw, A.Leaf, New England J.Med.252 (1955)S.1113
R.Linton entnommen:
Radiology 66 (1956) S.623
W.Baurys Postgrad.Med. 53, 13/1
E.Berry,E.White,J.Metcalf Canad.Med.Assoc.J.66 (1952) S.215
E.Burns, R.Hendon Ann.Surg. 139/5 (1954) S.617
T.Bertrand-Fontaine, Mém.d.l'Académie de Chir.,Paris,
S.Blandin 75/17-18 (1949) S.453
E.Blum, I.Witz, R.Gandar J. d'Urol 57 (1951)
G.Boll Zbl.Chir. (1953) S.458
H.Bonnin, G.Dubourg Pr. méd. 52, 60/82
G.Bonte, J.Desruelles Americ.J.Roentgenol.67 (1952)S.318
S.Boyarsky J.Americ.Med.Assoc.156 (1954)S.599
B.Brodén, G.Jönsson, Acta radiol.(Stockholm) 32 (1949)
J.Karnell S.498 u.S.189
E.Budin,J.Gershon-Cohen Americ.J.Roentgenol. 75/6 (1956)
S.1188
R.Bustamente, E.Perez-Stable, Rev.cub.Cardiol.11 (1950) S.96
B.Milanes
T.H.Burford, M.J.Carson, J.thorac. Surg. 18 (1949) S.860
W.G.Scott
M.Carneira de Moura Gaz.méd.portug.3/4 (1950) S.913
A.Castellanos, R.Pereias Americ.J.Roentgenol.63 (1950)S.559
A.Castellanos, O.Garcia Rev.cub.Pediatr.25 (1953) S.455
F.Christmann, D.Grinfeld Prensa méd.argent. (1951) S.2272
L.Christophe u.R.Honoré J.Chir. (Fr.) 63 (1947) 1/2
L.Christophe Mém.Acad.Chir.Paris 74/33-34
(1948) S.772

- F.Colmuella, L.Mucchi Chirurgia 7/4 (1952) S.279
A.Courty, G.Gorli Gaz.Méd.France 57/15 (1950) S.719
J.Coutts Americ.J.Obst.& Gynec.29 (1935) S.566
C.D.Creevy, W.E.Price Radiology 64/6 (1955) S.83
T.Denstadt Acta radiol.38 (1952) S.187
R.Deterling Surgery 31, January 1952, S.88
K.Doss J.Urol.,Baltimore,68 (1952) S.950
R.Dos Santos Lyon Chirurgical 44/6 (1949) S.641
R.Dos Santos Lancet 1947/2, S.482
J.Drewes Chirurg 24/5 (1953) S.201
G.Ducuing, H.Pons, Journal de Radiol. et Elect.30,
A.Enjalbert 9/10 (1949) S.497
Editorial Americ.J.Roentgenol.65 (1951) S.280
R.Elliott, M.Peck J.Americ.Med.Assoc.148 (1952) S.426
H.E.Euler Zbl.Chir., Leipzig 74/12 (1949) S.1310
H.E.Euler Archiv f.HNO'Heilkunde u.Zentral-
blatt f.HNO'Heilkunde Nr.155 (1949) S.649
H.E.Euler Archiv f.HNO-Heilkunde 52/155 (1949) S.536
P.L.Farinas Americ.J.Roentgenol.55 (1946) S.448
B.Felson Americ.J.Roentgenol.72/4 (1954) S.597
H.Felten Fortschr.Röntgenstr.,80 (1954)S.575
N.Flax, R.Waldron Radiology 58 (1952) S.726
J. Foto Poulos Radiology 65 (1955) S.299 abst.
N.Freeman, Th.Fullenlove, Ann.Surg.130 (1949) S.398
E.Wylie, R.Gilfillon
D.Frey, G.Kuetgens MMW 31, (1955) S.970
L.Friedman , R.Friedenberg, Americ.J.Roentgenol.73 (1955) S.241
J.Liebermann
E.Gadermann, E.Schrader MMW 1953, 12, S.348
E.Gadermann, E.Schrader Fortschr.Röntgenstr.75/6 (1951)S.670
B.Gasul, Fell,R.Casas Circulation 1951/4,S.251,entnommen:
Americ.J.Roentgenol.68 (1952) S.144
H.Gesenius MMW 1949, Nr.1, S.1
H.Gesenius Fortschr.Röntgenstr.76 (1952) Beiheft, S.23
H.Gesenius Zbl.Chir.43a (1952) S.1900
W.Goodwin, P.Scardino, Ann.Surg. 132 (1950) S.944
W.Scott

- J.Griffiths Brit. J.Urol. 22 (1950) S.281
P.Guilhem, A.Pontonnier, Bull.féd.Soc.de gyn.et obst.(1952)
A.Enjalbert,R.Baux 4 S.166 entnommen:
Americ.J.Roentgenol.69 (1953)S.133
H.Hanson Nordisk Medicin, Stockholm 41/42
(1949) S.552
L.Hartnett Americ.J.Gyn.& Obst.55(1948)S.940
J.Helmsworth, J.Mac Guire, Americ.J.Roentgenol.64 (1950)
B.Felson S.196
R.Henline, S.Moore Americ.J.Surg. 32 (1936) S.222
R.Hol, O.Skjerven Acta radiol. 42/4 (1954) S.276
R.Horton, E.Nanson Brit.Med.J. 4843 (1953) S. 969
M.Hoyos, G.del Campo Arch.Mal.Coeur 43 (1950) S.996
entnommen: Z.O.Chir.(1952/53)S.126
R.Janker Röntgenbl. 6 (1953) S.9
G.Jönsson Acta radiol. 31 (1949) S.498
A.Josselson, J.Kaplan J.Urol. 72 (1954) S.256
F.Judmaier MMW 25, (1955) S.813
J.Keith, C.Forsyth Circulation (New York) 2(1950)S.907
G.Kuetgens MMW 1, (1954) S.1
J.Kunlin, C.Bitry-Boeley, Rev.de Chirurgie 69 (1950) S.286
B.Volnie
M.Langsam, N.Wilensky Surgery 36/4 (1954) S.777
H.Larssen, A.Palmlöv Acta radiol 38 (1952) S.173
entnommen: Americ.J.Roentgenol.70
(1953) S.173
R.Leriche,J.Kunlin,B.Boeley,Angiology, Baltimore 1/2 (1950)
S.109
R.Leriche, P.Beaconsfield, Surgery etc. 94/1 (1952) S.83
C.Boeley
E.Lindgren Acta Radiol. (Stockholm) 39/3
(1953) S.205
H.Lodin, L.Thorén Acta radiol. 43/5 (1955) S.345
K.Loose Chirug 1951, Nr.9, S.394
K.Loose Fortschr.Röntenstr.76 (1952)S.173
K.Loose, J.Harms Chirug 25 (1954) S.158
N.Maluf, C.McCoy Americ.J.Roentgenol.73/4 (1955)
S.533
J.McAfee, J.Wilson Americ.J.Roentgenol.75/5 (1956)
S.956
F.McClure,H.Doub,E.Chipley Radiology 60/1 (1953) S.85
W.Melik, A.Vitt J.Urol.,Baltimore 60/2 (1948)S.321

- W.Melick, J.Byrne,T.Boler J.Urol 67/6 (1952) S.1019
W.Melick, C.Yarborough, J.Urol 66/3 (1951) S.458
T.Boler
B.Milanés, J.McCook Angiology 4 (1953) S.312
G.Miller,E.Wylie,F.Hinman Surgery 35/6 (1954) S.885
jr.
E.Moeys, V.von der Valk Ned.Tijdschr.Geneesh.2/22 (1951)
S.1653
E.Moeys, A.von der Valk Arch.Chir.Neerl.4 (1952) S.321
W.Muller jr. und R.Sloan J.thorac.Surg.20/1 (1950) S.136
T.Nesbitt Americ.J.Roentgenol.73 (1955)S.574
H.Nabel Bruns'Beitr.189 (1954) S.341
A.Palmlöv Acta chir.scand.103/3 (1952)S.165
E.Pasquali, M.Sossai Acta chir.patav.7/6 (1951) S.567
H.Pässler Die Angiographie zur Erkennung,Be-
handlung und Begutachtung peri-
pherer Durchblutungsstörungen.
Georg Thieme Verlag,Stuttgart 1952
F.Pearl,N.Gray,B.Friedman Ann.Surg.132 (1950) S.959
E.Peirce Surgery etc.93/1 (1951) S.56
E.Peirce J.Internat.Coll.Surg.20 (1953)S.16
E.Pendergrass,P.Hodes, Americ.J.Roentgenol. 74 (1955)
R.Tondreau, et al. S.262
R.Pereiras,A.Castellanos Radiology 53 (1949) S.859
R.Pereiras,A.Castellanos Rev.cub.Cardiol. 11 (1950) S.65
et al.
R.Pierre-Marion et Presse méd. 1950, S.1474
Jean Papillon
I.Potts M.J.Australia 1 (1955) S.232
entnommen:Radiology 65 (1955) S.956
E.Poutasse, W.Engel,J.Root Cleveland Clin.Quart.19(1952) S.105
A.Price, F.Wagner Surgery (St.Louis) 84 (1947) S.619
M.Ratschow und H.Hasse MMW Nr.38 (1953) S.1040
L.Reglier,J.Watson Radiology 61 (1953) S.77
L.Rublack Zbl.Chir.77/43a (1952) S.1906
G.Runström Nord.Med.(Stockholm) 38/19 (1948)
S.919
F.Sprenger Helvet.chir.Acta 18 (1951) S.358
F.Sprenger Helvet.chir.Acta 18 (1951) S.4-5
L.Sante Radiology 56 (1951) S.183
J.Sautot, H.Dujol Lyon Chir.48/5 (1953) S.574

W.Scott	Radiology 56/4 (1951) S.485
D.Shapiro	Radiology 60 (1953) S.1
D.Shapiro	Americ.J.Roentgenol.67 (1952) S.891
R.Sloan, R.Cooley	Radiology 61/5 (1953) S.701
P.Smith, A.Evans	J.Urol.66 (1951) S.145
P.Smith, T.Rush,A.Evans	J.Urol 65/5 (1951) S.911
P.Smith, T.Rush,A.Evans	J.Urol.70 (1953) S.328
P.Smith, A.Evans,E.Elsey, B.Felson	Americ.J.Roentgenol. 67 (1952) S.183
M.Sossai	Ann.radiol.diagn.25 (1952/53) S.417 entnommen: Americ.J.Roentgenol. 71 (1954) S.910
E.Schrader, E.Gadermann	Ärztl.Wschr.8/1 (1953) S.80
E.Schrader	Die Klinik der arteriellen Thrombo- sen im Beckenbereich. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen- Heidelberg 1955
E.Schrader	Fortschr.Röntgenstr.83/4 (1955)S.476
D.Schulze-Bergmann	Z. Urol. 46 (1953) S.432
J.van der Stricht	Acta chir.belg. 49/6 (1950) S.620
A.Temesvari, St.Jona	Schweiz.Med.Wschr.84/20 (1954)S.564
J.Vesey, C.Dotter	J.Radiology 55 (1950) S.822
J.Steinberg	
A.Vitt	Americ.J.Roentgenol.67 (1952) S.183
E.Vogler, E.Kahr, H.Holzer	Fortschr.Röntgenstr.77 (1952) S.594
H.Völpel	Verh.dtsch.Ges.Kreislaufforscher 17 (1951) S.305
F.Wagner jr.,A.Price	Surgery (St.Louis) 27 (1950) S.621
J.Weis	Fortschr.Röntgenstr.75 (1951)S.145
R.Weyde	Nor. Med. 47/7 (1952) S.202
R.Weyde	Brit.J.Radiol. 25 (1952)
I.Wickbom	Acta radiol.(Stockholm), 38 (1952) S.343
E.Zerboni	Arch.Urug.Med. 42 (1953) S.5-6
H.Zsebök	Fortschr.Röntgenstr.81 (1954) S.9.

Lebenslauf.

Als Tochter des damaligen Prokuristen der Siemens-Schuckertwerke AG Dr. Enno-Ernst Coninx und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Kessler, wurde ich, Gabriele Henriette Eva Coninx, am 21.6.1930 in Berlin geboren.

Von 1936 bis 1940 besuchte ich in Berlin die Volksschule und von 1940 bis zur Evakuierung Berlins im Jahre 1943 die Oberschule für Mädchen Berlin-Westend. Nach vorübergehendem Schulbesuch der Oberschule in Bad Freienwalde/Oder war ich bis Kriegsende Schülerin der Oberrealschule für Mädchen in Potsdam. Die Wirren der Nachkriegszeit brachten zwei weitere Schulwechsel mit sich; so besuchte ich von 1946 bis 1947 die Oberschule in Coburg und von 1947 bis 1949 die Oberrealschule in Würth/Bayern, wo ich im Juni 1949 das Abitur bestand.

Im Wintersemester 1949/50 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Erlangen und legte im November 1951 das Physikum ab.

Nach klinischem Studium in Freiburg/Breisgau und Erlangen unterzog ich mich dem medizinischen Staatsexamen an der Universität Erlangen, das ich am 24.8.1955 mit dem Gesamturteil "gut" abschloß.

Von September 1955 bis Dezember 1955 war ich als Pflichtassistent an der Chirurgischen Universitätsklinik und von Januar 1956 bis April 1956 an der geburtshilflichen Abteilung der Universitäts-Frauenklinik in Erlangen tätig. Seit Mai 1956 setze ich meine Pflichtassistentenzeit an der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen fort.



